ISSN 2520-2227

ПАЁМИ ПОЛИТЕХНИКӢ

Бахши Таҳқиқотҳои муҳандисӣ

1 (45) 2019

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК
Серия: Инженерные исследования

POLYTECHNIC BULLETIN
Series: Engineering studies

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК

1(45)
2019

СЕРИЯ: ИНЖЕНЕРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Издаётся с января 2008 года

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ISSN 2520-2227

Учредитель и издатель:
Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими
(ТТУ им. акад. М.С.Осими)

Научное направление периодического издания:
5.14.00 Энергетика;
5.16.00 Металлургия и материаловедение;
5.17.00 Химическая технология;
5.22.00 Транспорт;
5.23.00 Строительство и архитектура.

Свидетельство о регистрации организаций, имеющих право печати, в Министерстве культуры РТ № 0261/ЖР от 18 января 2017 г.
Периодичность издания - ежеквартально
Подписной индекс в каталоге «Почтаи точик» **-77762**

Журнал включен в РИНЦ
https://elibrary.ru/title_about.asp?id=62828
Договор с Научно-электронной библиотекой №05-08/09-1 о включении журнала в Российский индекс научного цитирования

Полнотекстовый вариант журнала размещен в сайте http://vp-es.ttu.tj/

Адрес редакции:
734042, г. Душанбе, проспект акад. Раджабовых, 10А
Тел.: (+992 37) 227-04-67
Факс: (+992 37) 221-71-35
E-mail: nisttu@mail.ru

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Х.О. ОДИНАЗОДА,
член-корр. АН РТ, доктор технических наук, профессор, главный редактор
М.А. АБДУЛЛОЕВ,
кандидат технических наук, доцент, зам. главного редактора
А.Д. РАХМОНОВ,
кандидат технических наук, доцент, зам. главного редактора
А.Б. БАДАЛОВ,
доктор химических наук, профессор
И.Н. ГАНИЕВ,
академик АН РТ, доктор химических наук, профессор
А. Г. ГИЯСОВ,
доктор технических наук, профессор
Р.А. ДАВЛАТШОЕВ,
кандидат технических наук, доцент
Т.Дж. ДЖУРАЕВ,
доктор технических наук, профессор
Л.С. КАСОБОВ,
кандидат технических наук, доцент
Т.Ы. МАТКЕРИМОВ,
доктор технических наук, профессор (Кыргызская Республика)
Р.С. МУКИМОВ,
доктор архитектуры, профессор
Д.Н. НИЗОМОВ,
член-корр. АН РТ, доктор технических наук, профессор
А.И. СИДОРОВ,
доктор технических наук, профессор (Российская Федерация)
В.В. СИЛЬЯНОВ,
доктор технических наук, профессор (Российская Федерация)
А.Г. ФИШОВ,
доктор технических наук, профессор (Российская Федерация)
М.М. ХАКДОД,
член-корр. АН РТ, доктор технических наук, профессор
А.Ш. ШАРИФОВ,
доктор технических наук, профессор
Д.Х. САИДОВ,
доктор технических наук, профессор
А. АКБАРОВ,
доктор технических наук, профессор
А. РУЗИЕВ,
кандидат технических наук
М.Ю. ЮНУСОВ,
кандидат технических наук

Журнал с 30 мая 2018 года включен в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК РТ.

МУНДАРИҶА

ЭНЕРГЕТИКА

Ҷ. Х. Хуҷасаидов. Идоракунии самараноки реҷаи системаҳои электроэнергетикӣ дар асоси неругоҳҳои баркӣ **8**

А.Г. Фишов, А.Ҳ. Ғуломзода, Л.С. Қасобов. Таҳлили ҳолат ва самти инкишофи гидроэнергетикаи хурд дар Тоҷикистон **13**

Б.М. Гиёев. Муайян кардании пайвастагии осебдида ҳангоми расиши якфаза ба замин дар шабакаҳои шиддаташон 6-10 кв **20**

Б.Т. Шоҳзода, Ш.Ҷ. Ҷӯраев. Тадқиқоти иқтидори энергияи офтоб дар Тоҷикистон **25**

Ҷ.Б. Раҳимов. Ҳисоб ва таҳлили ҷараёнҳои расиши кӯтоҳ дар гиреҳҳои баландшиддати системаи электроэнергетикии ҷумҳурии Тоҷикистон **32**

Ҷ.С. Аҳьёев. Муносибгардонии реҷаи кории шабакаҳои барқии шаҳрӣ **37**

М.Д. Додхудоев. Таъсири тайёр намудани вазъи рӯҳии инсон ба гузаронидани таҷриба ва аниқии тадриҷии саршавии таассур **40**

М.М. Ҷаборов. Тадқиқоти табдилдиҳандаи чаҳорзонагӣ дар реҷаи рекуперативӣ **46**

Х.Б. Назиров. Амсилагирии низоми электроэнергетикии ҷумҳурии тоҷикистон барои пешгӯии тағйирёбии шиддат **49**

С.Ш. Қурбонализода, А.А. Гулаҳмадов, З.В. Кобулиев. Нерӯи обӣ-энергетикӣ ва тавсифи гидроэнергетикии дарёи Варзоб **56**

С.Ш. Таваров, О.А. Мираков. Баҳогузории истифодабарии хоси энергияи электрикии сектори истиқоматӣ бо назардошти ҳарорати ҳавои фарогирандаи ҳудудҳои гуногуни ҷумҳурии Тоҷикистон **62**

С.Ш. Таваров, О.А. Мираков. Характери бор ва реҷаи кории зеристгоҳҳои шабакаҳои электрикии шаҳрии шаҳри Душанбе **66**

У. Бумсэнд, С. Таванхошуу, Ш.М. Султонов, Ҷ.Б. Рахимов. Таҳлили реҷаҳои системаи электроэнергетикӣ баъди электрофикатсияи шоҳроҳи оҳан **71**

Ш.М. Султонов. Таҳлили таҳлияи қисмӣ дар печаҳои статори гидрогенератор ҳангоми намнокшавии сатҳи он **76**

Ш.С. Саъдуллозода. Таъсири ҳодисаи «ҷабидан»-и ҷараён ба шароити бехатарии электрикии шабакаи сифрваслӣ **80**

МЕТАЛЛУРГИЯ ВА МАСОЛЕҲШИНОСӢ

М.Т. Тошев. Истифодабарии нитридҳо ҳамчун модификатори хӯлаҳои алюминий **83**

Р.Д. Исмонов, И.Н. Ганиев, Х.О. Одиназода, А.М. Сафаров, Н.Ф. Иброҳимов. Гармиғун-ҷоиши хос ва тағйирёбии функсияҳоитермодинамикии хӯлаи алюминии АБ1 (Al+1%Be) **86**

Р.О. Азизов, А.А. Воҳидов, И.М. Мирзомиддинов, М. Дадоҷонов. Баланд намудани сифати сатҳи қисмҳои пӯлодин бо усули пошдиҳии қумӣ **92**

С.Т. Бадурдинов, И.Н. Ганиев*, Р.Х. Саидов, Н.Ф. Иброхимов. Вобастагии ҳароратии гармиғунҷоиш хос хӯлаи ак12, бо иттрий модификатсияшуда **98**

Т.Д. Ҷӯраев, С.С. Содиқова. Қонунияти тағйирёбии энергияи омезиши синк бо дигар элементҳо аз рӯйи рақами тартибии онҳо **103**

Х.И. Холов, А.И. Ашуров, Ш.Р. Самихов, С.Ш. Сафаров. Муайян кардани миқдори тилло аз маъдани тилло-сурма-симобдори кони Ҷичикрут бо адсорбсияи ангишти фаъол ва усули йодометрӣ **105**

Ш.Р. Самихов, Ҷ.Н. Бадалов. Мутобиқгардонии нишондиҳандаҳои ғанигардонии маъдани сурбу руҳдори кони “зарнисор” бо роҳи баланд бардоштани миқдори синфи -0,074 мм дар лойоба **109**

ТЕХНОЛОГИЯИ КИМИЁВӢ

Б.С. Ҷамолзода. Имкони истифодаи антратсити кони маъдани назарайлоқ барои истеҳсоли блокҳои фаршӣ **112**

Д.Э. Иброгимов, Ҳ.Ш. Гулаҳмадов, Т.М. Маҳмудова, Т.С. Маҷидов. Технологияи муфиди истеҳсоли биодизел дар асоси равғанҳои растанигии техникӣ **117**

Л. Солиев, Б.М. Ибрагимова, М.Т. Ҷумаев. Ҳалшавандагии системаи k_2so_4-k_2co_3-$khco_3$-h_2o дар ҳарорати 25℃ **121**

М.А. Зуҳурова, К.С. Шарипова. Коркади методикаи муайян намудани ионҳои йодид бо усули потенсиометрӣ дар муҳити обию спиртӣ бо ёрии электроди йодид-селективӣ **126**

М.М. Воҳидов. Омӯзиши маҷмӯавии хосияти антрасити маъдани назарайлоқ то коркарди гармӣ ва баъди он **131**

Н.М. Фомина*,М.Г. Ковал*, Ф.Р.Азизов,Г.С. Столяренко .Тадқиқоти имкони истифодаба-рии ҷараёнҳои кавитатсионӣ дар коркарди технологияҳои перспективии тозакунии обҳои истеҳсолоти рангрезӣ-ороишӣ ва истифодаи дубораи онҳо **135**

Р.О. Раҳмонов, Ю. Хоҷибаев, М.Т. Зоидова, У.А. Розиқов, М.М. Одилзода, С.Г. Бандаев, Б.Ш. Раҳматуллоев. Синтез, тадқиқот ва таснифоти тайфии ис-и галогеналкилҳосилаҳои имидазо [2,1-b][1,3,4] тиадиазолҳо **142**

Т.Д. Ҷӯраев, Э.Р. Газизова, Ғ.Қ. Ҳоҷиев, М.Т. Тошев. Фарзия оид ба структураи нави кластерии об **152**

Ш.А. Қурбонов,М.С. Исмоилова, Ш.Р. Самихов. Флотатсияи маъдани фосфордор бо ёрии кислотаи олеинат **156**

НАҚЛИЁТ

А.А. Рачабов, М.Г. Бобоев, А.А. Рачабов. Бехтаргардонӣ ва ташаккули механизмҳои хоҷагидории нақлиётӣ дар минтақаи деҳот **160**

А.М. Умирзоқов, К.Т. Мамбеталин, С.С. Сайдуллозода, А.А. Саибов, А.Х. Абаев, А.Л. Бердиев. Омилҳои ба сарфи қисмҳои эҳтиётӣ дар шароити баландкӯҳ таъсиркунанда **167**

А.М. Умирзоқов, К.Т. Мамбеталин, С.С. Сайдуллозода, А.А. Саибов, А.Х. Абаев, А.Л. Бердиев. Таснифоти системаи PARM (ВАДС) **171**

Б.Н. Акрамов, Ф.М. Аминов, И.А. Исматов. Тадқиқоти кинематикӣ ва қуввагии механизмҳои ҳаракатоварандаҳои олоти кории мошинҳои сохтмонӣ ва роҳсозӣ дар асоси занҷири кинематикӣ бо сохти ғайриассурӣ **176**

Ҷ.С. Ғафуров. Асосноккунии масоили техникию иқтисодӣ оид ба истифодаи муҳаррики иловагии қуввагӣ аз рӯйи нишондоди фаъолнокии истифодабарии парки киштиҳои ҳавоӣ **179**

З.В. Кобулиев, М.Ҳ. Саидов, Х.М. Хоҷаназаров, С.М. Саидамиров, С.З. Валиев. Муайян намудани қонунияти ҳаракати олоти мошинӣ **183**

И.А. Сайдаминов, А.Т. Бердиев, Р.Э. Зиёев, Б.А. Бердиев. Омилҳои ба раванди вайроншавии болопӯши роҳҳои намуди номазбут таъсиркунанда дар шароити баландкӯҳ **186**

М.Ҳ. Саидов, З.В. Кобулиев, Х.М. Хоҷаназаров. Тадқиқоти механизми кривошипию кулисии ҳаракатовари тозакунандаи комбайни ғаллагундор **189**

С.А. Евтюков, С.В. Репин, О.К. Бобобеков. Таҳияи усулҳои муносиб ба сохтори синну соли мошинҳо барои нигоҳдории роҳҳои ҷумҳурии тоҷикистон **192**

Ф.С. Бодурбеков, М.Ю. Юнусов. Истифодаи самараноки равғанҳои партовии минералии муҳаррикӣ **197**

Х.Н. Султонов. Баҳодиҳии сатҳи техникии конструксияи экскаваторҳои карйерӣ ва сохтмонӣ **200**

СОХТМОН ВА МЕЪМОРӢ

П.С.Хуҷаев, Р.Ғ. Абдуллаев, А.Ҷ. Рахмонзода. Гармиивазшавии радиатсионӣ дар фазои дудкаш бо ҳаҷми тағйирёбанда **204**

А.Ҷ. Ятимов, Н.М. Ҳасанов. Шамолдиҳии канданиҳои кӯҳии дароз тӯлкашидаи сарбаст ҳангоми сохтмони нақбҳои гидротехникӣ ва наклиётӣ **208**

А.И. Джылкычиев., А.Р.Бекбоев., К.Б.Арыкбаев., А.О Якубов. Тадқиқоти таъсири параметрҳои маводи омехта ва андозаҳои геометрии маҳсулот ба қувва, зарурат барои фишордиҳии маснуоти шакловардашуда аз матритсаҳо **212**

А.Ю. Норматов, М.Б. Марамов. Манбаъҳои обтаъминкунӣ ва иншооти обгирӣ-тозакунии пешакии обҳои тирагиашон баланд **214**

Ҷ.Д. Муниев. Ҳисоби қабатаҳои призматикии дуравоқа **218**

Ҷ.Д. Муниев. Вобастагии қувваҳои дохилӣ ва ҷойивазкунӣ дар гиреҳи Т−намуди системаҳои лавҳавӣ **220**

Ҷ.Ҳ. Саидзода, У.Х. Умаров, М.Р. Ҷӯракулов. Механизмҳои ташкили сохтор ва хусусиятҳои технологии истеҳсоли мавод дар асоси композитсияҳои часпаки растанӣ **224**

Ҷ.Ҳ. Саидзода, А. Шарифов, Начибуллоҳи Р. Таҳқиқоти чарсию зангзанӣ дар вақти вайроншавӣ аз таъсири бор бо намуди арматураҳои ғайрифилизӣ **229**

М.А. Сулаймонова. Таъсири иншооти бунёдшаванда ба деформатсияшавии асосҳои биноҳои мавҷуда **233**

М.И. Исмаилов. Баъзе масъалаҳои ташкили манзараҳо ва ободонӣ дар сарзаминҳои таърихии рушди шаҳрҳои осиёи миёна (мисоли шаҳри Душанбе) **236**

Н.М. Хасанов, А.О. Якубов. Натиҷаи таҷрибаҳои аслии гузаргоҳҳои зеризаминӣ **242**

Н.Н. Ҳасанов, Э.Қ. Зоиров, Аҳмад Ҷовид. Сохтори бинои маҷмааҳои иҷтимоӣ барои кӯдакони имконияти маҳдуддошта **247**

Н.Н. Ҳасанов, Р.М. Шокиров, Аҳмад Ҷовид. Асосҳои лоиҳакашии маҷмааҳои иҷтимоӣ барои кӯдакони имконияти маҳдуддошта **250**

Р.С. Муқимов, С.Р. Муқимова. Тахаммулпазирӣ (тобоварӣ) дар меъморӣ ва ёдгориҳои мероси фарҳангӣ **254**

С.М. Мамаҷонова, С.Р. Муқимова. Фарҳанги сохтмонӣ ва меъморӣ дар тоҷикистон **258**

С.С. Тиллоев, М.Р. Гиёсов. Санъати меъморӣ-ороишии халқи тоҷик **262**

Муҳаммад Усмон Билим, А. Акбаров. Хусисиятҳои иқлимиву табиӣ ва сокиншавии маҳалҳои Афғонистон дар ташаккулёбии шаҳру деҳоти он **265**

И.К Каландарбеков, А.М. Сангинов. Тадқиқоти хусусиятҳои конструктивии масолехи гилин **271**

СОДЕРЖАНИЕ

ЭНЕРГЕТИКА

Дж. Х. Худжасаидов. Эффективное управления режимами электроэнергетической системы на базе гидроэлектростанций **8**

А.Г. Фишов[1], А.Х. Гуломзода[1], Л.С. Касобов[2]. Анализ состояния и направление развития малой гидроэнергетики таджикистана **13**

Б.М. Гиёев. Определение поврежденных присоединенийпри однофазном замыкании на землю в сетях 6 − 10 кв **20**

Б.Т.Шохзода[1], Ш.Дж.Джураев[2].Исследование потенциала солнечной энергии в Тад-жикистане **25**

Дж.Б. Рахимов. Расчет и анализ токов коротких замыканий в высоковольтных узлах электроэнергетической системы республики Таджикистан **32**

Дж.С. Ахьёев. Оптимизация режимов работы городских электрических сетей **37**

М. Д. Додхудоев.О влияние психологической подготовленности человека к проведению опытов на точность градаций пороговых реакций **40**

Джаборов М.М .Исследование четырехзонного преобразователя в режиме рекуперативного торможения **46**

Х.Б. Назиров. Моделирование электроэнергетической системы Таджикистана для прогнозирования изменения напряжения **49**

С.Ш Курбонализода., А.А Гулахмадов., З.В.Кобулиев .Водно-энергетический потенциал и гидроэнергетические характеристики реки Варзоб **56**

С.Ш. Таваров, О.А. Мираков. Оценка удельного электропотребления бытового сектора с учётом температуры окружающего воздуха и территориального расположения республики Таджикистан **62**

С.Ш. Таваров, О.А. Мираков. Характер нагрузок и режимы работы подстанций городских электрических сетей г. Душанбе **66**

У. Бумцэнд[1], С. Таванхошуу[1], Ш.М. Султонов[2], Дж.Б. Рахимов[2]. Анализ электроэнерге-тической системы после электрификации железной дороги **71**

Ш.М. Султонов.Анализ частичных разрядов в обмотках статора гидрогенератора при появлении влаги на её поверхности **76**

Ш.С. Саъдуллозода.Влияние «отсоса» на условия электробезопасности системы зануления **80**

МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

М.Т.Тошев. Применение нитридов в качестве модификаторов сплавов алюминия **83**

Р.Д. Исмонов, И.Н. Ганиев, Х.О. Одиназода, А.М. Сафаров, Н.Ф. Иброхимов. Удельная теплоемкость и изменение термодинамических функций алюминиевого сплава АБ1 (Al+1%Be) **86**

Р.О Азизов, А.А.Вохидов, И.М. Мирзамидинов, М. Дадоджонов. Повышение качества поверхности стальных деталей пескоструйной обработкой **92**

С.Т. Бадурдинов, И.Н. Ганиев[*], Р.Х. Саидов, Н.Ф.Иброхимов . Температурная зависи-мость удельной теплоемкости сплава ак12, модифицированного иттрием **98**

Т.Д. Джураев, С.С. Содыкова. Закономерности изменения энергии смешения цинка с другими элементами в зависимости от их порядкового номера **103**

Х.И. Холов, А.И. Ашуров, Ш.Р. Самихов, С.Ш. Сафаров .Определение содержания золота из золото-сурьмяно-ртутных руд месторождения джижикрут с адсорбцией активированным углем-йодометрическим методом **105**

Ш.Р. Самихов, Дж.Н. Бадалов.Оптимизация показателей обогащения свинцово-цинковых руд месторождения «зарнисор» путем повышения содержания класса - 0,074 мм в пульпе **109**

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Б.С. Джамолзода Возможности использования антрацита месторождения назарайлок в производстве подовых блоков **112**

Д.Э Иброгимов, Х.Ш Гулахмадов, Т.М Махмудова, Т.С.Маджидов .Эффективные технологии производства биодизеля на основе масла индау - eruca sativa **117**

Л.Солиев, Б.М.Ибрагимова, М.Т.Джумаев.Растворимость в системе K_2SO_4-K_2CO_3-$KHCO_3$-H_2O при 25 ^{0}C **121**

М. А. ЗУХУРОВА, К.С. Шарипова.Разработка потенциометрической методики определения йодид-ионов в спиртовых средах с помощью йодид-селективных электродов **126**

М.М. Вохидов.Комплексное изучение свойств антрацита месторождения назарайлок до и после термообработки **131**

Н.М. Фомина[*], М.Г. Коваль[*], Ф.Р.Азизов, Г.С. Столяренко[*]Исследование возможности применения кавитационных процессов при разработке перс-пективной технологии очистки сточных вод красильно-отделочного производства и их повторного использования **135**

Р.О. Рахмонов, Ю. Ходжибаев, М.Т. Зоидова, У.А. Розиков, М.М. Одилзода, [*]С.Г. Бандаев, [*]Б.Ш. Рахматуллоев. Синтез, исследование и ик-спектральные характеристики галогеналкилпроизводных имидазо[2,1-b][1,3,4]-тиадиазолов **142**

Т.Д. Джураев, Э.Р. Газизова, Г.К. Ходжиев, М.Т. Тошев. Гипотеза о новой кластерной структуре воды **152**

Ш.А. Курбонов, М.С. Исмоилова, Ш.Р. Самихов.Флотация фосфоритовой руды с помощью олеиновой кислоты **156**

ТРАНСПОРТ

А.А. Раджабов, М.Г. Бобоев, А.А. Раджабов. Совершенствование и функционирование механизмов транспортного хозяйства в сельских территориях **160**

А.М.Умирзоков, К.Т. Мамбеталин*, С.С. Сайдуллозода*, А.А. Саибов, А.Х. Абаев**, А. Л. Бердиев. Факторы, влияющие на расход запасных частей в условиях высокогорья **167**

А.М.Умирзоков, ***К.Т. Мамбеталин*, С.С. Сайдуллозода*,А.А. Саибов, А.Х. Абаев**, А. Л Бердиев.*** Классификация системы ВАДС **171**

Б.Н Акрамов., Ф.М Аминов., И.А. Исматов. Кинематическое и силовое исследование механизмов привода рабочих органов дорожно-строительных машин на основе неассуровых кинематических цепей **176**

Д.С. Гафуров. Технико- экономческое обоснование включения вспомогательной силовой установки по показателям эффективности эксплуатации парка воздушных судов **179**

З.В. Кобулиев, М.Х.Саидов, Х.М.Ходжаназаров, С.М.Саидамиров, С.З.Валиев. Определение закономерности движения машинного агрегата **183**

И.А.Сайдаминов, А.Т.Бердиев, Р.Э.Зиёев, Б.А.Бердиев. Факторы, влияющие на процессы разрушения дорожных покрытий нежесткого типа в условиях высокогорья **186**

М.Х. Саидов, З.В. Кобулиев, Х.М. Ходжаназаров. Исследование кривошипно-кулисного механизма привода очистки **189**

С.А. Евтюков, С.В. Репин, О.К. Бобобеков. Разработка методов формирования возрастной структуры парка машин для содержания дорог дорожно-эксплуатационного управления Таджи-кистана **192**

Ф.С. Бодурбеков, М.Ю. Юнусов. Рациональное использовании отработанных минеральных моторных масел **197**

Х. Н. Султонов.Оценка технического уровня конструкций карьерных и строительных экскаваторов **200**

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

П.С.Худжаев, Р.Г. Абдуллаев, А.Д. Рахмонов. Радиационный теплообмен в топочном пространстве с переменным объемом **204**

А.Дж. Ятимов, Н.М. Хасанов. Проветривание тупиковых выработок большой протяжен-ности при строительстве гидротехнических и транспортных тоннелей **208**

А.И.Джылкычиев., А.Р.Бекбоев., К.Б.Арыкбаев., А.О Якубов.Исследование влияния параметров смеси и геометрических размеров изделия на усилие, необходимое для выпрессовки отформованного изделия из матрицы **212**

А.Ю. Норматов, М.Б.Марамов. Источники водоснабжения и водозаборно-очистные сооружения для предварительной очистки высокомутных вод **214**

Д.Д. Муниев. Расчет двухпролетной призматической оболочки **218**

Д.Д. Муниев. Взаимодействие внутренних усилий и перемещений в т-образном узле пластинчатой системы **220**

Дж.Х. Саидзода, У.Х. Умаров, М.Р. Джуракулов. Механизмы структурообразования и технологические особенности производства материалов на основе растительно-вяжущих композиций **224**

Дж.Х Саидзода., А Шарифов., Р.Наджибуллохи.Исследование хрупкого коррозионного разрушения под напряжением с разными видами композитной арматуры **229**

М.А. Сулаймонова. Воздействие строящихся сооружений на деформации существующих зданий **233**

М.И. Исмаилов. Некоторые вопросы ландшафтной организации и благоустройства в историческом развитии городов средней Азии (на примере города Душанбе) **236**

Н.М. Хасанов, А.О.Якубов. Результаты натурных экспериментов пешеходных переходов **242**

Н.Н. Хасанов, Э.К. Зоиров, Ахмад Джовид.Структура зданий социальных комплексов для детей с ограниченной функциональной возможностью **247**

Н.Н.Хасанов, Р.М. Шокиров, Ахмад Джовид. Принципы проектирования социальных комплексов для детей с ограниченной функциональной возможностью **250**

Р.С. Мукимов, С.Р. Мукимова. Толерантность в архитектуре и памятниках культурного наследия **254**

С.М. Мамаджанова, С.Р. Мукимова. Строительная культура и архитектура Таджикистана **258**

С.С. Тиллоев, М.Р. Гиёсов. Архитектурно-декоративное искусство Таджикского народа **262**

Муҳаммад Усмон Билим, А. Акбаров. Природно-климатические особенности и расселения районов Афганистана в формировании городских и сельских поселений **265**

И.К. Каландарбеков, А.М.Сангинов. Исследование конструктивных свойств кладок зданий из грунтоматериалов **271**

CONTENS

ENERGY

J.H. Khujasaidov. Effective managements of the modes of an electrical power system on the basis of hydroelectric power stations **8**

A.G. Fishov, A.H. Gulomzoda, L.S. Kasobov. Analysis of a state and direction of development of small hydropower of Tajikistan **13**

B.M. Giyoev. Determination of damaged lines as resulting in a single-phase ground fault of networks of 6 - 10 KV **20**

B.T.Shohzoda, Sh.J.Juraev. A research of potential of solar energy in Tajikistan **25**

J.B. Rahimov . Calculation and the analysis of currents of short circuits in high-voltage knots of an electrical power system of the Republic of Tajikistan **32**

J.S. Ahyoev. Optimization of work modes of urban power networks operation **37**

M.D. Dodhudoyev. About influence of psychological readiness of the person to carrying out experiences on the accuracy of gradation of threshold reactions **40**

M.M. Jaborov. A research of the four-zonal converter in the mode of recuperative braking **46**

H.B. Nazirov. Modeling the electric energy system of Tajikistan to estimate a slow change of voltage **49**

S.*Sh. Qurbonalizoda, A.A. Gulahmadov, Z.V.Kobuliev.* Water Energy potential and hydropower characteristics of the river Varzob **56**

S.Sh. Tavarov, O.A. Mirakov. Household sector taking into account ambient air temperature and territorial arrangements of the republic of Tajikistan **62**

S.Sh. Tavarov, O.A. Mirakov. Nature of loads and operation modes of substations of urban electric networks of Dushanbe **66**

U. Bumtsend, S. Tavanhoshuu, Sh.M. Sultonov, J.B. Rahimov. Analysis of the electric power system after electrification the railway **71**

Sh.M. Sultonov. Stator winding partial discharge rise due to surface humidity **76**

S. Sadullozoda. The influence of «suction» on conditions electrical safety in neutral earthing systems **80**

METALLURGY AND MATERIALS ENGINEERING

M.T. Toshev. Application of nitrides as aluminum alloys modifiers **83**

R.D. Ismonov, I.N. Ganiev, H.O. Odinazoda, A.M. Safarov, N.F. Ibrohimov. Specific heat capacity and change of thermodynamic functions of aluminum alloy **AB1 (Al+1%Be)** **86**

R.O. Azizov, A.A. Vohidov, I.M. Mirzamiddinov, M. Dadojonov. Improving the quality of steel parts sandblasting **92**

S.T. Badurdinov, I.N. Ganiev, R.H. Saidov, N.F Ibrohimov. Temperature dependence of specific heat capacity of **AK12** alloys modified by yetry **98**

T.D. Juraev, S.S. Sodikova. The patterns of energy change of mixing of zinc with other elements depending on their sequence numbers **103**

H.I. Kholov, A.I. Ashurov, Sh.R. Samihov, S.Sh. Safarov. To cupel gold of gold-antimony-mercury ore dzhizhikrut by using adsorption activated coal -jodometric procedure **105**

Sh.R. Samihov, J.N. Badalov. Optimization indicators concentration lead and zinc deposit of ore «Zarnisor» by of increasing content class 0.074 mm in a pulp **109**

CHEMICAL TECHNOLOGY

B.S .Jamolzoda. Vasmastibility of use of anthracite deposit of nazarilok in the manufacture of bottom blocks **112**

D. E Ibragimov, H. Sh. Gulahmadov, T. M Mahmudova, T. S Majidov. Efficient technology for the production of biodiesel based on vegetable oils obtainment technology **117**

L.Soliev, B.M.Ibragimova, M.T.Jumaev. Solubility in the system k_2so_4-k_2co_3-$khco_3$-$h_2o$at 25 ^{0}c temperature **121**

M.A. Zuhurova, K.S. Sharipova. Development of a potentiometric method for the determination of iodide-ions in alcohol environment with the help of iodide-selective electrodes **131**

M.M.Vohidov. Complex study of properties of anthracite of nazaraylok deposit before and after heat treatment **135**

N.M. Fomina, M.G. Koval, F.R. Azizov, G.S. Stolyarenko. A research of a possibility of application of cavitational processes when developing perspective technology of sewage treatment of tinctorial and finishing production and their reuse **142**

R.O. Rahmonov, U. Hojibayev, M.T. Zoidova, U.A. Rozikov, M.M. Odilzoda, S.G. Bandayev, B.Sh. Rahmatulloyev. Synthesis, research and ir-spectrum of halogenmetylderivatives of imidazo[2,1-b][1,3,4]-tiadiazoles **152**

T.D. Juraev, E.R. Gazizova, G.K. Hojiev, M.T. Toshev. Hypothesis about new cluster structure of water **156**

Sh.A. Kurbonov, M.C. Ismoilova, Sh.R. Samihov. Flotation of phosphate ore with oleic acid**.** **173**

TRANSPORTATION

A.A. Rajabov, M.G. Boboev, A.A. Radjabov. Improvement and operation of mechanisms of transport economy in rural areas **160**

A.M. Umirzokov, K.T. Mambetalin, S.S. Saydullozoda, A.A. Saibov, A.H. Abaev, A.L. Berdiyev Factors influencing the consumption of spare parts in high-altitude conditions **167**

A.M. Umirzokov, K.T. Mambetalin, S.S. Saydullozoda, A.A. Saibov, A.H. Abaev, A.L. Berdiyev Classification of WADS **187**

B.N. Akramov, F.M. Aminov, I.A. Ismatov. Kinematic and power research of mechanisms of the drive of working bodies of road and construction machines based on nonassurs kinematic chains **176**

J. S. Gafurov .Technical and economical justification of the inclusion of the auxiliary power installation by indicators of the efficiency of operation of the aircraft park **179**

Z.V. Kobuliev, M.H.Saidov, H.M. Khojanazarov, S.M. Saidamirov, S.Z.Valiev. Defining the laws of motion machine unit **183**

I.Saidaminov, A. Berdiev, R.Ziyoev, B.Berdiev. Factors affecting destrection processes road coverings of aunhard yype under high-altitude condinions **186**

M.H.Saidov, Z.V. Kobuliev, H.M. Khojanazarov. Study of the curve-and-culis mechanism of the drive of cleaning the grain bench **189**

S. A. Evtykov, S.V. Repin, O. K Bobobekov. Development of methods of optimization of age structure of cars for the maintenance of roads in Tajikistan **192**

F.S.Bodurbekov, M.U.Yunusov. Rational use of waste engine mineral oil **197**

H.N. Sultonov. Evaluation of the technical level of structures mining and construction excavators **200**

CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

P.S.Khujaev, R.G Abdullaev, A.J. Rahmonzola . Radiative heat transfer in the furnace space with variable volume **204**

A. Yatimov, N.M. Hasanov. Ventilation of dead-end workings of great length in the construction of hydraulic and transport tunnels **208**

A.I. Jylkychiyev, A.R. Bekboye., K.B. Arykbaye., A.O Yakubov. The research of inflence to the mixtures characteristics ard geometrics sires of product for the effort, neussary for spen preformatted of product from matrix **212**

A.Y. Normatov, M.B. Maramov. Sources of water supply and water withdrawals treatment facilities for preliminary purification of high-muddy waters. **214**

D.J.Muniev. Calculation of two flight prismatic shell **218**

D.J.Muniev. Interaction of internal efforts and displacements in the t-shaped knot-plastic system **220**

J.H. Saidzoda, U.H. Umarov, M.R. Jurakulov. Mechanisms of structure-formation and technological features of production of materials based on vegetable and binding compositions **224**

Saidzoda J.H., Sharifov A., Najibullohi R. Study of corrosion under voltage with different types of compositefittings **229**

M.A. Sulaymonova. Influence of constructing buildings on de-formation of basis of existing buildings **233**

M.I. Ismailov. Some of the issues of landscape organization and improvement in the historical development of cities of central asia (onexample of Dushanbe) **236**

N. M . Hasanov, A.O .Yakubov. The results of field experiments pedestrian crossing **242**

N.N. Khasanov, E.Q.Zoirov, Ahmad Jovid. Structure of the buildings of social complexes for children with limited functional opportunities **247**

N.N.Khasanov , R.M.Shokirov , Ahmad Jovid. Principles of designing social complexes for children with limited functional opportunities **250**

R. S.Mukimov, S. R.Mukimova. Tolerance in architecture and monuments of cultural heritage **254**

S.M. Mamadjanova, S.R. Mukimova. Construction culture and architecture of Tajikistan **258**

S.S. Tilloyev, M.R. Giyosov. Architectural and decorative art of tajik people **262**

Muhammad Usmon Bilim, A. Akbarov. Natural climatic features and settling of Afghanistan areas in the formation of urban and rural settlements **265**

I.K.Kalandarbekov, A.M. Sanginov. Study of constructive properties of walls of buildings from ground materials **271**

EFFECTIVE MANAGEMENTS OF THE MODES OF THE ELECTRICAL POWER SYSTEM ON THE BASIS OF HYDROELECTRIC POWER STATIONS

J.H. Khujasaidov

Tajik Technical University named after ac. M.S. Osimi

One of the important features of the operation of hydroelectric power plants (HPPs) is the use of limited reservoir capacities for storage of hydroelectric power resources. In this paper, the Pamir electricity system is considered, in which 100% of the generation of electricity falls to the share of the HPP. In such a system, fuel efficiency is the efficiency of using a hydro resource, namely: optimally distributes the load between stations and conducts intra-station optimization. To solve this problem, a software implementation of the "Optimization" block was created, which is based on the method of dynamic programming. The "Optimization" block allows, in an automated mode, to distribute the load between the HPP units, and also to select the composition of the units involved in the operation.

Key words*: hydroelectric power station, optimization, hydro resource, power, efficiency, dynamic programming, optimal regime, electric power system*

Introduction. The efficiency of the best load distribution of the system is estimated by saving 0.5 ... 1.5% of the total consumption of conventional fuel, and the efficiency of optimizing the composition of the units is several times higher. In connection with this, the task of selecting the composition of aggregates and their capacities is relevant for any EPS. The essence of the optimization problem under consideration is the choice of the composition of aggregates, which in general can operate in the mode of a generator (SG) and a synchronous compensator (SC), and their active and reactive loads under the condition of economical use of the station's energy resources. Intra-station optimization plays a decisive role in the economy of intra-station regimes. In the automatic control system (ACS), the optimization task is one of the main tasks in the control of normal modes and is solved using new and more advanced algorithms. Thus, the state parameters of aggregates of three types can be considered: composition, number and active loading of aggregates. All other parameters of the mode and the technical state of the units and stations are preset.

Statement of the optimization problem for the object of research

At the Pamir-1 HPP, four units operate. The installed capacity of each unit is 7 MW. It is required to distribute hourly-load P^t HPP "Pamir-1" between its units by the criterion of the minimum water flow Q_{HPP} [1-3].

We give a mathematical formulation of the problem. A set of calculated aggregates $i \in n$, is assigned, where n is the total set of aggregates; expendable the characteristics of the aggregates $Q_i = Q_i(P_i, H_i)$, the discrete uniform series capacity of HPPs from the permissible minimum to maximum, i.e., $P_i = P_1, P_2, ..., P_n$. At each power it is required to find the number, composition and aggregate loading by condition:

$$Q_i = \sum_{i=1}^{i=j} Q_i(P_i) \Rightarrow \min . \qquad (1)$$

It is necessary to respect the balance of power on the station:

$$P_i = \sum_{i=1}^{i=j} P_i . \qquad (2)$$

Permissible limits of power plant variation during the optimization period:

$$P_{i\min} \le P_j \le P_{j\max} . \qquad (3)$$

Permissible limits of power variation of aggregates:

$$P_{i\min} \le P_j \le P_{j\max} . \qquad (4)$$

It is required to determine the characteristic $Q_j \left[P_j(P_i, \alpha, H_j) \right]$, where α – is vector of optimal composition of aggregates.

In the general case, for the n-step process of optimizing the composition and the aggregate regime, the basic functional equation of dynamic programming has the form of a recurrence relation:

$$Q_i^э(P_i^э) \Rightarrow \min \left\{ Q_i(P_i) + Q_{i-1}^э(P_{i-1}^э) \right\}, \quad (5)$$

where $Q_i^э$ – is the flow rate of the equivalent characteristic of the i- optimization step for capacity of HPP N_i which is assigned within (4); $Q_{i-1}^э$ – the expense of the equivalent characteristic (i - 1) -th optimization step for the power of the station $N_i^э$□1; Q_i, N_i –

respectively, the flow and power of the connected aggregate. Using the power balance equation, the functional equation, which for a given composition of aggregates and a given power of the HPP has one variable N_i, we write in the form:

$$Q_i^э(P_i^э) \Rightarrow \min\{Q_i(P_i) + Q_{i-1}^э(P_j - P_i)\} \quad (6)$$

Consequently, the problem of optimizing a function of many variables is reduced to a multistep problem of optimizing a function of one variable. With such a sequence of calculations, at each step three subproblems are solved: refinement of points of the previous equivalent characteristic, construction of a new equivalent characteristic, determination of optimal solutions by an equivalent characteristic [5,6] .

IMPLEMENTATION OF THE DYNAMIC PROGRAMMING METHOD

To optimize the composition and regime of the Pamir-1 HPP units, the dynamic programming method (DP) was used, since this method does not impose any requirements on the type of consumption characteristics.

HPP "Pamir-1" maintains a daily flow regulation. At the same time, the level of the tail water significantly changes. In this regard, HPP is working with a variable head, which affects the form of its energy characteristics. The change in the levels of the tail water, taking into account the varying regimes, is described by differential equations of the hyperbolic type, which do not have an analytical solution. The complexity of their solution leads to the fact that in all possible cases, the problem of the most advantageous load sharing between power plants is solved with the assumption of the constant pressure of the HPP during the optimization period.

The principle of optimality DP is used to solve the problem of building the characteristics of a station that has aggregates with different characteristics. In this case, for each capacity of the hydropower plant, it is required to find the composition of the aggregates and distribute the load between them according to the specified criterion [2-4]. In Fig. 1 shows the characteristics of HPP.

To solve this problem, a software implementation of the "Optimization" block was developed, based on the algorithm of the method of dynamic programming. Using this program, you can choose the optimal composition of the units and distribute the load of the station between them in the most advantageous way. The initial data are the characteristics of the aggregates (figure 1). It is assumed that all units have the same power limitations.

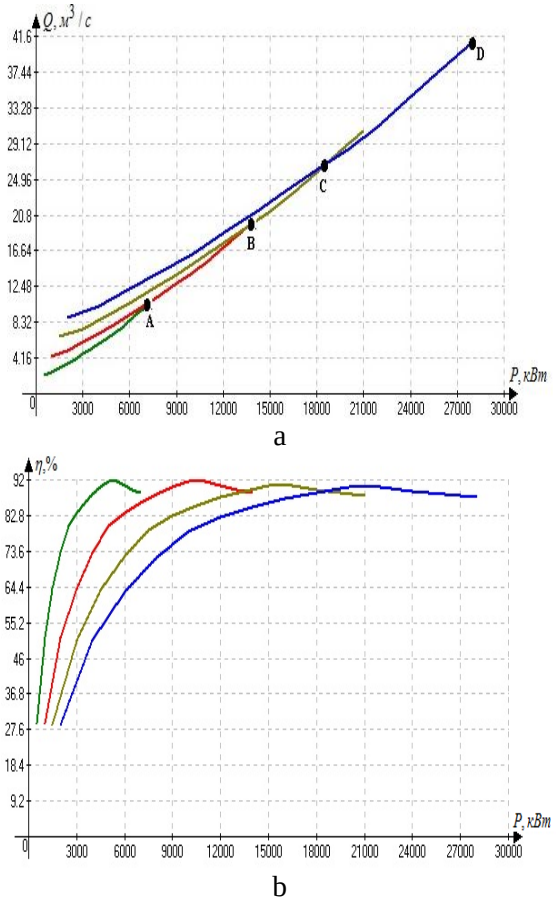


Fig. 1. Characteristics of the station "Pamir-1" at H = 79.6 m: a – consumables; b – workers

The algorithm of the "Optimization" block is shown in Fig. 2. Calculations are made by expenditure characteristics, if there are performance characteristics, then they are recalculated according to the formula

$$Q_i = \frac{N_i}{9.81\eta_i H_i}. \quad (7)$$

Depending on the selected step t in block 4, the number of calculated points l in the interval from power $P_{\min}$ to $P_{\max}$ of one unit.

$$l = \frac{P_{\max} - P_{\min}}{t} + 1 \quad (8)$$

In block 5 the expense matrix $B[i, j]$ of all aggregates is calculated for all fixed power values, where i - is the aggregate number; j - is the power value number.

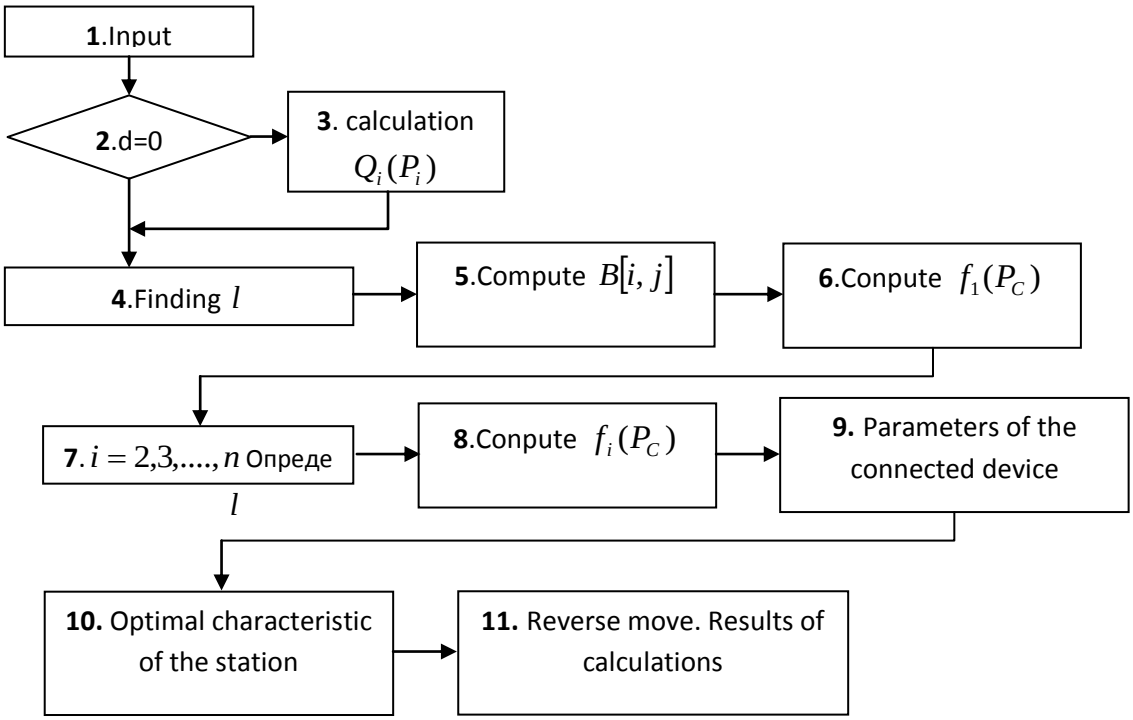


Fig. 2. Block diagram of constructing the characteristics of the station using the method of dynamic programming

The results of calculations of subsequent characteristics are located in the 9.

Block 10 selects the optimal number of operating units by comparing the costs for the same power values of the previous and next characteristics.

The optimum mode of the station is determined by using the reverse procedure (block 11): for the known power of the station, the optimum composition of the units and their capacity is selected (Fig. 3).

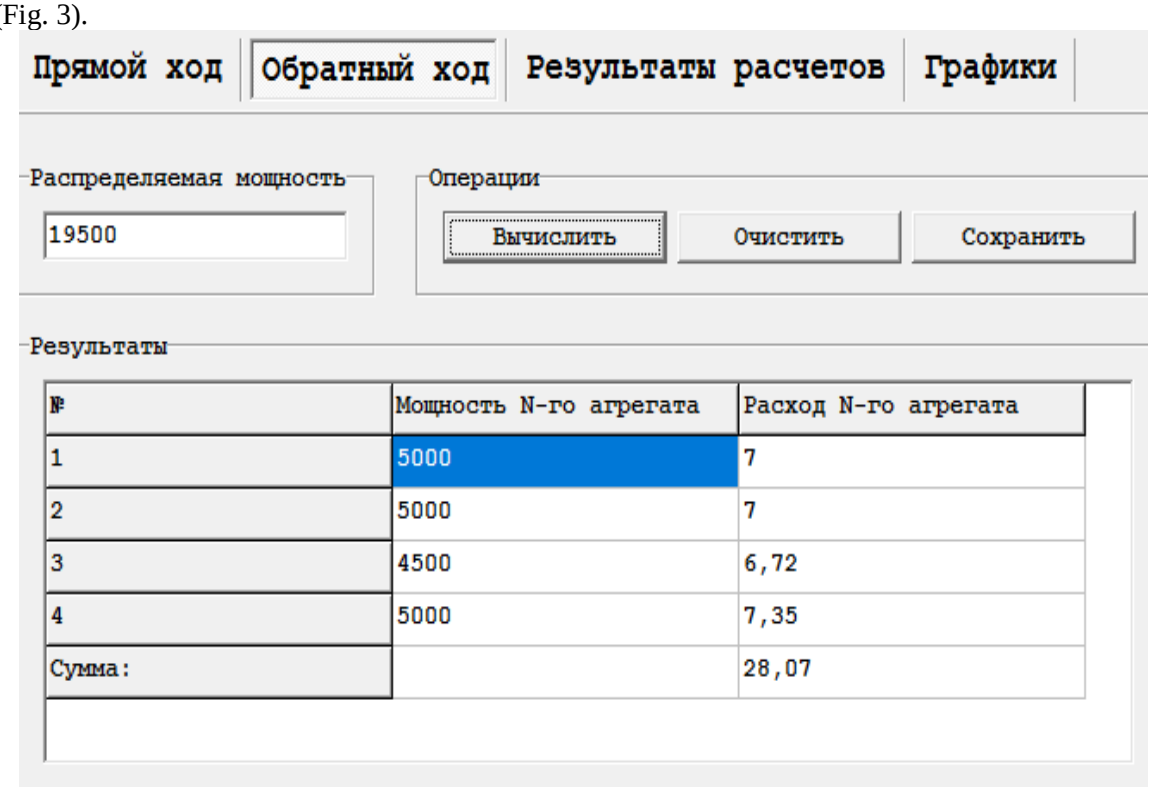


Fig.3. "Reversing" dialog box appearance

Similarly, the optimal solution for all other HPP capacities is calculated. It is convenient to represent the solution obtained in the form of the table. 1.

Table 1

The optimal regime of HPP "Pamir-1" at H = 79.6 m

Station power N_j, MW	Unit load, MW				
	1	2	3	4	$Q_j, м^3/с$
1-7	1-7	–	–	–	2,2-10,1
7,5-13,5	4,5-6,5	3-7	–	–	11-19,4
14-18,5	5-6,5	5-6,5	4-5,5	–	20,09-26,685
19-27,5	5–7	5–7	4–6,5	5–7	27,44–40,57
28	7	7	7	7	41,41

At the HPP "Pamir-1" daily flow regulation is conducted. Such hydropower plants have a rigid connection between daily runoff, daily electricity generation and a schedule of its capacity. It is necessary to determine in the load schedule of the system such a place of HPP, when its daily discharge is used most fully. When working in a power system from a hydroelectric power station, it is usually required not only to ensure the maximum possible peak power, but also to maintain the system at the same time with the best technical and economic indicators. For HPPs with unregulated runoff, these two criteria do not contradict each other, since such a HPP operates in the base part of the load schedule. With the daily regulation of the reservoir of hydroelectric power stations in this mode it works only in flood [7,8]. All the rest of the time, the most advantageous mode will be determined not only by the amount of domestic consumption, but also by the composition of the generating equipment, the load schedule of the power system and the relative volume of the reservoir.

Conclusion. Analysis of the properties of the power system "Pamir-1" shows that for it the task is to increase the efficiency of managing its modes. The most promising are research and development of the following tasks.

1. Development of an information block for routine tasks and forecasting of load and power consumption schedules. A large share in the structure of hydroelectric power plants requires constant adjustment of their use regimes in EPS, and forecasts play a significant role.

2. Modeling of hydropower properties of the system and determination of ways to increase the efficiency of hydroelectric power stations.

3. Creation of a simulation model of the system, including the blocks "Generation", "Network", "Consumers", as well as auxiliary blocks "Prognosis of the load schedule" and "Optimization".

References:

1.Rusina A. G., Sovban E. A., Khujasaidov J. K., Filippova T. A. [Tasks of optimal performance of hydroelectric in power system]. [11 International forum on strategic technology (IFOST 2016): proc.], Novosibirsk, 1–3 June 2016, Pt. 2, pp. 251-254. ISBN 978-1-5090-0853-7.

2.Митрофанов С.В., Арестова А.Ю., Худжасаидов Д.Х., Русина А.Г. Разработка имитационной модели каскада ГЭС энергосистемы Памира // Электроэнергетика глазами молодежи - 2017. Материалы VIII Международной научно-технической конференции. - Самара: Самарский государственный технический университет, 2017. – С.80-83.

3.Агафонова М.В., Худжасаидов Д.Х., Матренин П.В. Разработка модели электропотребления и суточного графика нагрузки на примере энергосистемы Памира // Наука. Технологии. Инновации - Сборник научных трудов: в 10 частях.

Новосибирск, 04-08 декабря 2017 г. – С.7-11.

4.Султонов Ш. М. Оптимизация режимов работы энергосистемы с высокой долей гидроэлектростанций (на примере энергосистемы Таджикистана) // автореферат диссертации. Новосибирск. С.22

5.Касобов Л.С., Рахимов Д.Б., Иноятов М.Б. К вопросу оптимизации режима работы энергосистемы Таджикистана. Вестник Таджикского технического университета. 2014. № 2 (26). С. 51-54.

6.Манусов В.З., Хасанзода Н., Ахьёев Д. С., Создание интегрированной системы электроснабжения острова русский и управление её режимами // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск 2017. – С.142-145.

7.Yuldashev Z., Yuldashev R., Kasobov L., Kirgizov A. Renewables as factor of a sustainable development of rural territories of the republic of Tajikistan // Вестник Таджикского технического университета. 2014. № 2. - С. 59-61.

8.Jiao Zheng., Kan Yang., Ran Zhou.., Yonghuai Hao., Guoshuai Liu. Improved Adaptive Genetic Algorithm and Its Application in Short-Term Optimal Operation of Cascade Hydropower Stations. Communications in Information Science and Management Engineering, 2013, vol. 3, iss. 3, pp. 167-174.

ИДОРАКУНИИ САМАРАНОКИ РЕҶАИ СИСТЕМАҲОИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКӢ ДАР АСОСИ НЕРУГОҲҲОИ БАРҚӢ

Ҷ. Х. Хуҷасаидов

Яке аз хусусиятҳои муҳими фаъолияти неругоҳҳои электрикӣ – истифодабарии ҳаҷми маҳдуди обанбор барои нигоҳ доштани захираи гидроэнергетикӣ мебошад. Дар мақола шабакаи электроэнергетикии Помир мавриди назар қарор дорад, ки дар он 100% истеҳсоли энергияи электрикӣ ба зиммаи неругоҳҳои барқи обӣ рост меояд. Дар чунин система самаранокии сӯзишворӣ самаранокии истифодаи захираҳои обӣ ба хусус тақсимоти оптималии борбаст байни НБО ва пешбурди муносибгардонии дохилии неругоҳ мебошад. Барои ҳал кардани масъалаи гузошташуда барномаи "*Оптимизатсиякунонӣ*" дар асоси барномасозии динамикӣ таҳия карда шудааст. Блоки «Оптимизатсия» дар реҷаи автоматӣ имкон медиҳад, ки тақсимоти борбастро байни агрегатҳои НБО иҷро намуда, ҳамчунон таркиби агрегатҳои ба кор пайвастшударо интихоб намояд.

Калимаҳои калидӣ: неругоҳи барқӣ, муносибгардонӣ, захираи гидроэнергетикӣ, тавоноӣ, самаранокӣ, барномасозии динамикӣ, реҷаи муфид-тарин, шабакаи электроэнергетикӣ.

ЭФФЕКТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМАМИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Дж. Х. Худжасаидов

Одной из важных особенностей функционирования гидроэлектростанций (ГЭС) является использование ими ограниченных емкостей водохранилищ для хранения гидроэнергоресурсов. В данной работе рассматривается электроэнергетическая система Памира, в которой 100% выработки электроэнергии приходится на долю ГЭС. В такой системе топливная эффективность является эффективностью использования гидроресурса, а именно оптимальное распределение нагрузки между станциями и ведение внутристанционной оптимизации (выбор состава работающего оборудования и его нагрузки). Для решения поставленной задачи создана программная реализация блока «Оптимизация», который основан на методе динамического программирования. Блок «Оптимизация» позволяет в автоматизированном режиме осуществить распределение нагрузки между агрегатами ГЭС, а также выбрать состав включенных в работу агрегатов.

Ключевые слова: гидроэлектростанция, оптимизация, гидроресурс, мощность, эффективность, динамическое программирование, наивыгоднейший режим, электроэнергетическая система.

About the author:

Khujasaidov Jahongir Khujasaidovich - Ph.D., assistant of the department "Electrical stations" TTU them. ac M.S. Osimi, address: 734042, Dushanbe city, Ave. Academicians of the Radjabovs 10, e-mail: jahon_nstu@mail.ru, tel: (+992) 939313993..

УДК 621.311

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ МАЛОЙ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ ТАДЖИКИСТАНА

А.Г. Фишов[1], А.Х. Гуломзода[1], Л.С. Касобов[2]

[1]Новосибирский государственный технический университет

[2]Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Целью работы является определение направления развития малой энергетики в Таджикистане. Представлена история и этапы развития малой энергетики в Таджикистане, особенности работы существующих малых гидроэлектростанций. Проанализированы возможности перехода на современный уровень развития энергетики – Интернета энергии. Представлены новые технологические возможности эффективного использования малых гидроэлектростанций, работающих как автономно, так и параллельно с внешней электрической сетью. Обоснована перспективность применения специальной системной автоматики, назначение которой является безопасное прямое включение в сеть малых электростанций с противоаварийным управлением, предотвращающим работу генераторов в асинхронном режиме, нарушение устойчивости системы, повреждение оборудований и отключение потребителей.

Ключевые слова: *малая гидроэнергетика, Интернет - энергия, режимная и противоаварийная автоматика.*

Введение.Электроэнергия, получаемая из гидравлической энергии, вырабатываемой гидроэлектростанциями (ГЭС), является одной из самой распространенной, экологически чистой и дешевой энергией. Производство электроэнергии на ГЭС широко используется во многих странах, в том числе и в Таджикистане.

При производстве электроэнергии на тепловых электростанциях (ТЭС), в процессе генерации выбрасываются тонны парниковых газов в окружающую среду, что наносит непоправимый ущерб экологии, поэтому страны, в которых есть большие гидроэнергетические запасы, активно развивают эту отрасль, чтобы получить дешевую и чистую электроэнергию.

Строительство крупных ГЭС имеет высокую стоимость сооружения, длительные сроки строительства и окупаемости, а также требует большой территории под водохранилище, что неизбежно приводит к затоплению населенных пунктов, заповедников, дорожной инфраструктуры и часто к уничтожению флоры и фауны [1].

Малые гидроэлектростанции (МГЭС) имеют небольшую установленную мощность, строятся в относительно короткие сроки, требуют небольших капиталовложений и не оказывают существенного влияния на окружающую среду. Однако возможности использования МГЭС на каком-то этапе их развития были исчерпаны, поскольку как источники, работающие в автономном режиме, они не являются эффективными, а как источники, работающие в составе энергосистемы, не было достаточных технологических и организационных основ для их применения.

История развития малой гидроэнергетики в Таджикистане

Таджикистан страна, которая имеет огромный запас гидроресурсов. По данному показателю Таджикистан стоит на первом месте среди стран Центральной Азии, и на восьмом месте – в мире [2].Гидроэнергетический потенциал страны в области выработки электроэнергии превышает 527 млрд. кВт·ч. в год. Однако, на сегодняшний день, Таджикистан использует приблизительно 6,6% своего гидроэнергетического потенциала [3].

В Таджикистане с учетом местных особенностей принята следующая классификация МГЭС по их установленной мощности [4]:

- Микро ГЭС: $P \leq 10$ кВт;
- Мини ГЭС: $P = 10 \div 500$ кВт;
- Малые ГЭС: $P = 500 \div 10\,000$ кВт.

История строительства МГЭС в Таджикистане началась в далеком прошлом в период существования СССР. Первая МГЭС Варзобская ГЭС №1 с установленной мощностью 7,15 МВт была построена в 1936 году и продолжает функционировать до сих пор. Первая программа по развитию МГЭС «Схема использования гидроэнергетических ресурсов малых водотоков для электрификации сельского хозяйства Таджикской ССР» в республике была

разработана в 1949-1950 годах, а к 1978 году количество построенных МГЭС достигло 69 суммарной мощностью 32 МВт. К сожалению, темп строительства МГЭС был снижен в связи с переходом к централизованной энергетике, и в начале 90-х годов количество эксплуатируемых МГЭС сократилось до 5.

В 1990-1991 годах интерес к МГЭС вновь возродился. Была разработана новая программа «Схема развития малой гидроэнергетики в Горно-Матчинском, Гармском и Джиргатальском районах Таджикской ССР», а в 1995 г. была принята программа «Использование гидроэнергетических ресурсов малых и средних водотоков ГБАО средствами малой гидроэнергетики».

В 2009 году правительство страны принял новую программу строительства МГЭС – «Долгосрочная программа строительства малых электростанций на период 2009–2020 годов» [2], с привлечением отечественных и иностранных инвесторов. Соответственно, по данной программе строятся 189 МГЭС, общей установленной мощностью 103 МВт, перспектива строительства которых приведена в таблице 1.

Таблица 1. Перспектива строительства МГЭС

Тип/этапы	Краткосрочный этап (2009 – 2011 гг.), шт.	Среднесрочный этап (2012 – 2015 гг.), шт.	Долгосрочный этап (2016 – 2020 гг.), шт.
До 100 кВт	20	21	21
От 100 кВт до 1000 кВт	34	37	25
Свыше 1000 кВт	12	12	7
Всего:	66	70	53
Общая установленная мощность, кВт	43,35	32,85	26,801
Ввод в эксплуатацию	26	10	5
На стадии строительства	8	12	-

В период 1990-2013 годов на территории страны было построено и сдано в эксплуатацию множество МГЭС различной мощности, динамика строительства которых приведена на рис.1.

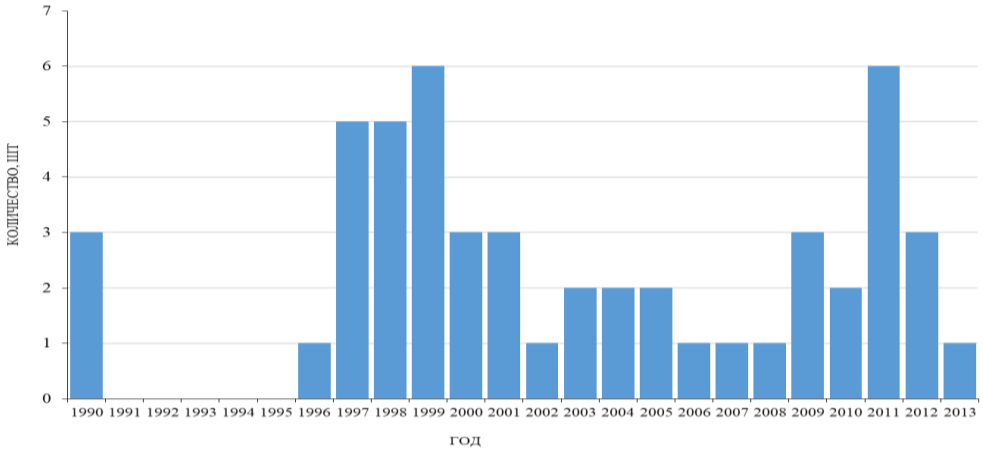


Рис.1 Динамика строительства МГЭС в Таджикистане в период 1990-2013 г.

Производством, передачей и распределением электроэнергии в большинстве регионов страны занимается энергокомпания ОАХК «Барки Точик», а в Горно-Бадахшанской автономной области – ОАО «Памир Энерджи».

В настоящий момент на балансе энергокомпании «Барки Точик» находятся 16 МГЭС [5], в том числе, 6 – в Раштском регионе, 1 – в Кулябском регионе, 3 – в районах республиканского подчинения и 6 – в Пенджикентском регионе.

Таджикистан является страной, погодные условия которой изменяются в широком диапазоне в течение года. В некоторых районах страны из-за сурового климата в зимний период могут происходить замерзание и уменьшение количества воды в реках. Поэтому некоторые МГЭС из-за погодных условий значительно снижают генерацию электроэнергии.

На рис. 2 – 5 приведена годовая выработка электроэнергии МГЭС находящихся на балансе ОАХК «Барки Точик», по разным регионам страны за наблюдаемый 2011-2018 г

.

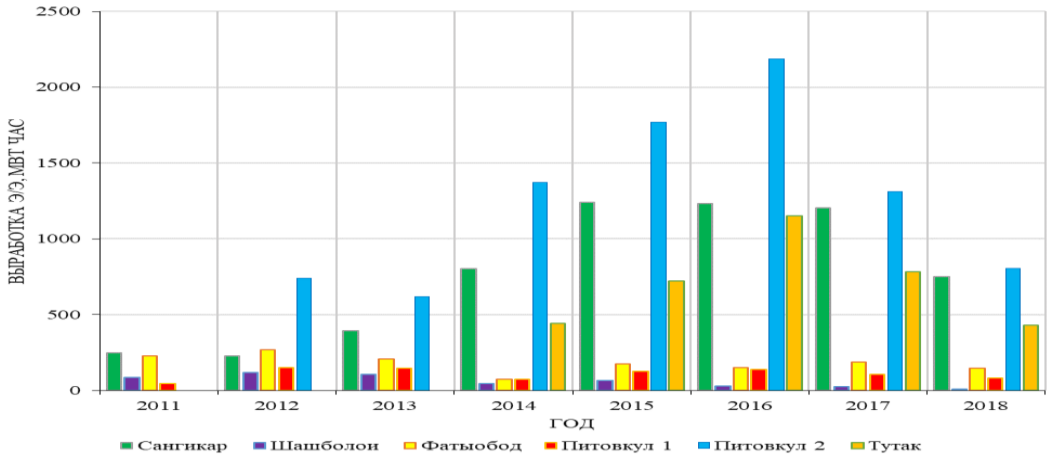


Рис. 2 Годовая выработка электроэнергии МГЭС Раштского региона

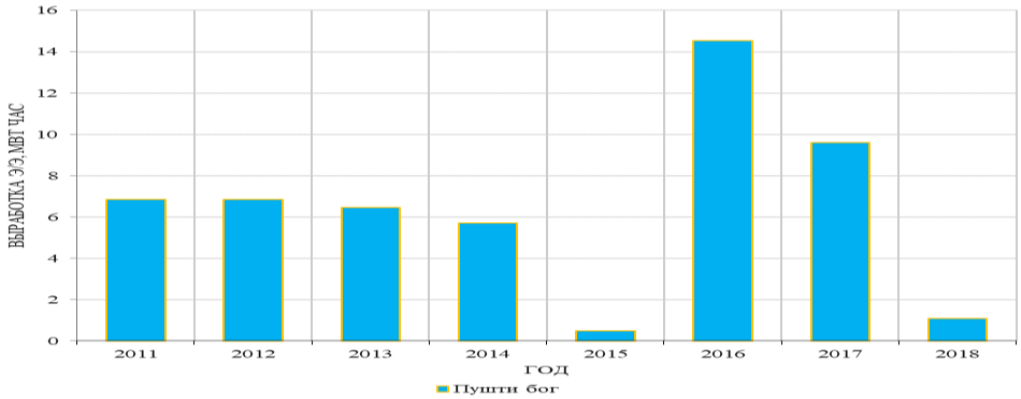


Рис. 3 Годовая выработка электроэнергии МГЭС Кулябского региона

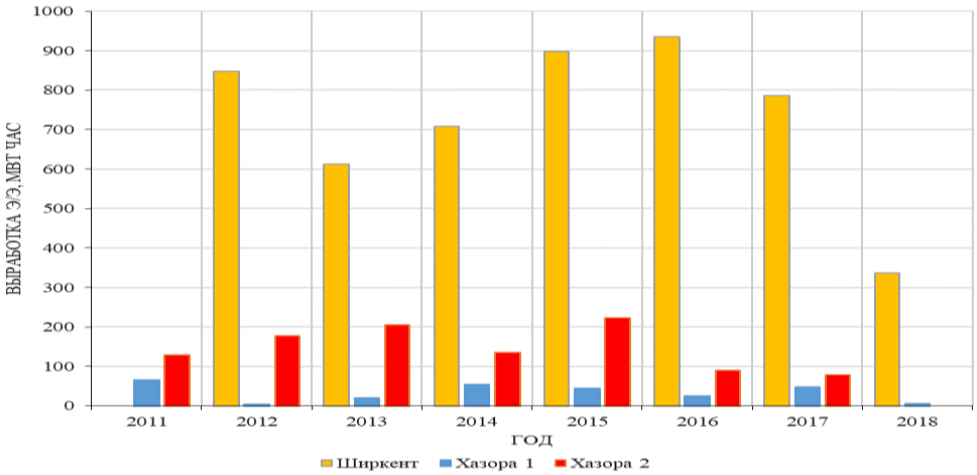


Рис. 4 Годовая выработка электроэнергии МГЭС районов республиканского подчинения

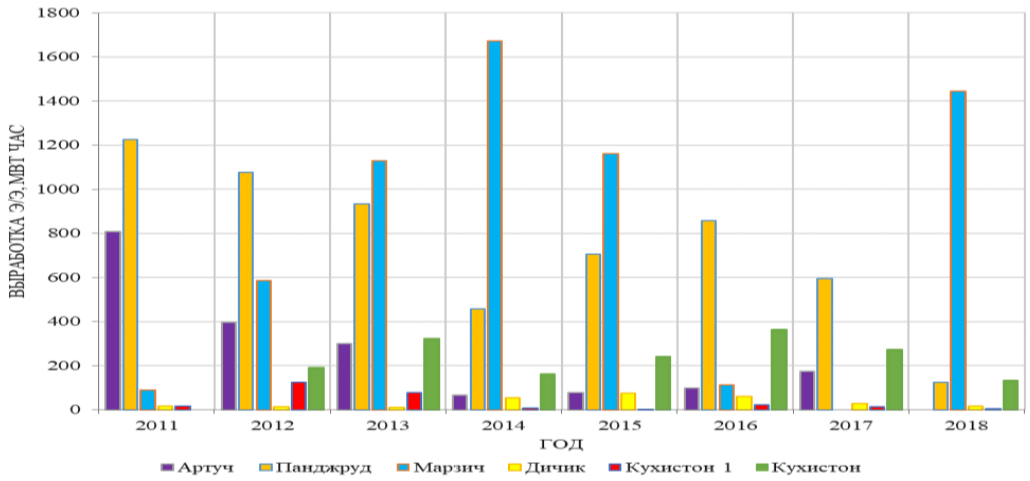


Рис. 5 Годовая выработка электроэнергии МГЭС Пенджикентского региона

В развитии малой гидрогенерации в стране огромное значение имеет проект CASA-1000 [6], разработанный и согласованный в 2011 г. между правительствами 4-х стран (Таджикистан, Кыргызстан, Афганистан и Пакистан), предусматривающий экспорт в соседние страны избыточной электроэнергии, появляющейся в летний период.

В этом случае в производстве электроэнергии равноправно будут участвовать не только крупные ГЭС, но и МГЭС. Реализация вышеуказанного проекта позволит эффективно использовать МГЭС и развивать эту область энергетики в стране. Необходимым условием для этого является интеграция МГЭС в существующие электрические сети, объединение нескольких локальных систем энергоснабжения (ЛСЭ) на базе МГЭС в изолированные (островные) или связанные с общей электрической сетью (полуостровные) локальные энергосистемы. Кроме того, автономная работа МГЭС имеет известные недостатки. К ним относят низкую надежность электроснабжения и низкое качество электроэнергии. К тому же при эксплуатации ЛСЭ в таком режиме необходимы значительные резервные мощности, что уменьшает использование установленных мощностей и увеличивает срок окупаемости объекта малой генерации (МГ). Эти недостатки в значительной мере устраняются при синхронной (без вспомогательных устройств) работе ЛСЭ с внешней энергосистемой. Положительные эффекты в виде снижения потерь, возможности подключения дополнительных потребителей за счет разгрузки сети, а также повышения качества электроэнергии (по напряжению) в районе присоединения малой генерации получает и сама внешняя электрическая сеть, к которой присоединяется ЛСЭ.

Таким образом, для реализации указанного проекта необходима специальная системная автоматика управления режимами энергетических ячеек (локальных систем энергоснабжения), работающих параллельно с внешними электрическими сетями.

Концепция Интернет энергетики – новые возможности развития малой гидроэнергетики

Концепция Internet of Energy (IoE) открывает новые возможности развития малой энергетики, в том числе гидроэнергетики. Основу IoE составляют энергетические ячейки, образующиеся на основе распределенных источников энергии, в том числе возобновляемых, с широкими возможностями обмена энергией и энергетическими (системными) услугами [7].

Отличительными особенностями Интернета энергии являются [8]:

- распределенность генерации;
- наличие потребителей с собственными источниками энергии;
- реверсивность потоков мощности в распределительных электрических сетях;
- развитость как электрических, так и информационных связей;
- осуществление децентрализованного интеллектуального управления режимом энергосистемы;

Концептуальная модель коммерческих отношений в IoE может представляться в виде «облачной технологии», показанной на рис. 6.

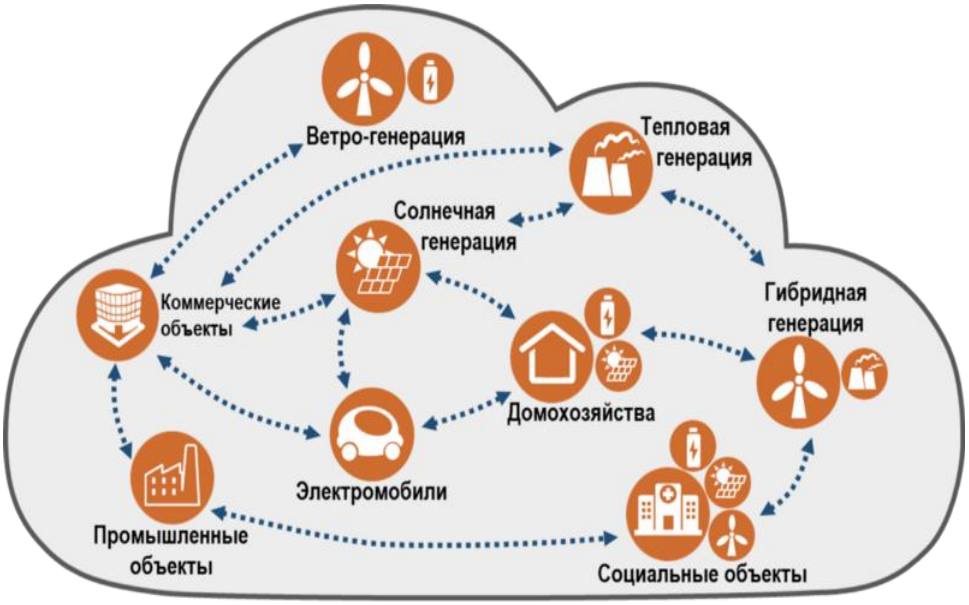


Рис.6 Концептуальная модель коммерческих отношений в IoE

Для малой гидроэнергетики концепция создает условия как для эффективного использования имеющихся распределенных гидроэнергетических ресурсов [9], так и для ввода новых, а также получения системных эффектов от их взаимодействия.

Технологические возможности современного этапа. Рассмотрим технологические возможности современного этапа, который позволяет иначе развивать малую генерацию, в частности основными являются автономный режим и режим параллельной работы с сетью.

Регулирование частоты в автономные системы. Если говорить об автономном режиме, то ключевым является регулирование частоты. Для МГЭС, работающих автономно, главным электрическим параметром является частота, которую следует поддержать постоянной и это можно сделать различным путем. Управление частотой генератора на МГЭС можно производить со стороны генератора с использованием электронных контроллеров нагрузки (балластной нагрузки), известной как электрическое управление, или со стороны гидротурбины с использованием различных регуляторов скорости гидротурбин, известной как механическое управление, либо можно применить их комбинированно.

Управление частотой со стороны генератора является не сложным с использованием балластной нагрузки и электронного контроллера нагрузки [10], которые предназначены для управления выходной мощностью генератора.

Другим способом управления частотой является применение различных регуляторов скорости гидротурбин. Применение серводвигателя в качестве регулятора скорости гидротурбин является способом эффективного использования воды [11], имеет простую конструкцию и малую стоимость. Также предлагается схема управления потока воды с использованием серводвигателя и двух труб, снабженных регулирующими клапанами [12]. Комбинированное использование электронного контроллера нагрузки с регулятором скорости гидротурбин [13], в котором применена система двухтрубной и трехтрубной подачи воды, позволяет добиться большого эффекта и уменьшения габарита электронного контроллера нагрузки до 50%.

Что касается параллельной работы МГЭС с сетью, то новым является объединение малой генерации в системы и включение малой генерации в сеть не как станции, а как генерирующих объектов энергетических ячеек.

Системная автоматика управления режимом параллельной работы для малой энергетики. Параллельная работа МГЭС в составе внешней электрической сети сопряжена с рядом технологических рисков (табл. 2).

Таблица 2.

Технологические барьеры и риски параллельной работы МГ с сетью

№	Риски и барьеры
1	Плохая электромеханическая совместимость вследствие малой механической инерции роторов энергоблоков МГ. Высокие риски возникновения опасных асинхронных режимов
2	Риски возникновения недопустимых ударных моментов на валах энергоблоков МГ при проходящих коротких замыканий в электрической сети
3	Увеличение токов короткого замыкания (особенно в схеме объекта МГ)
4	Необходимость реконструкции средств РЗА на подстанции присоединения объекта с МГ
5	Необходимость интеграции объекта с МГ в систему оперативного управления
6	Повышение требований к профессиональному уровню оперативного персонала системы энергоснабжения объекта с МГ

В работе предлагается решение задачи присоединения ЛСЭ на базе малой генерации к внешней электрической сети за счет ее прямого включения в сеть посредством синхронных связей без централизации управления на идеологии мультиагентных систем. Необходимая для этого автоматика является режимно–противоаварийной с автооператором реконфигурации ЛСЭ [14] и может являться агентом мультиагентной системы управления распределенными по сети объектами с малой генерацией (энергетическими ячейками). Она применима как на планируемых объектах с малой генерацией, так и на уже существующих объектах, работа которых не предназначалась в этих режимах.

Для обеспечения безопасной параллельной работы ЛСЭ и возможностей эффективного использования ее МГ в автоматике предложен и реализован специальный способ режимно-противоаварийного управления [15].

Способ направлен на:

- ограничение токов подпитки короткого замыкания;
- предотвращение нарушений устойчивости параллельной работы с возникновением асинхронных режимов;
- исключение ударных моментов на валах синхронных машин;
- исключение необходимости согласования защит и автоматики внешней сети и присоединяемой МГ.

Идея способа – опережающее сбалансированное деление системы по априори фиксированным сечениям сети при нарушениях нормального режима с переходом в островной режим работы с последующим автоматическим восстановлением синхронизма и нормального режима с требуемой загрузкой оборудования. При этом ЛСЭ на основе МГ может работать синхронно с электрической сетью в одном из 3-х режимов:

- с выдачей значимой мощности во внешнюю сеть ($P_{выд} = P_{зад}$).
- без выдачи значимой мощности во внешнюю сеть ($P_{выд} = 0$).
- с потреблением значимой мощности из внешней сети ($P_{выд} = - P_{зад}$).

Основными подсистемами автоматики являются: подсистемы режимного, противоаварийного управления и автооператор.

Режимная автоматика обеспечивает регулирование напряжения, активной мощности и частоты (в режиме автономной работы электрической станции ЛСЭ) как индивидуальное (при работе одного энергоблока), так и групповое (при параллельной работе нескольких энергоблоков). В групповом режиме один из энергоблоков является ведущим, остальные – ведомыми, принимая долевое участие в его активной и реактивной мощности. Одной из главных задач режимной автоматики является поддержание режима, позволяющего осуществить противоаварийное сбалансированное отделение ЛСЭ от энергосистемы.

Противоаварийная автоматика осуществляет опережающее (до срабатывания традиционных средств защиты) отделение ЛСЭ от внешней электрической сети по заранее подготовленным сечениям при нарушении нормальных условий параллельной работы.

Автооператор осуществляет полностью автоматическое реконфигурирование схемы (в том числе при переходах к параллельной и автономной работе с запусками необходимой для этого синхронизации генераторов, частей ЛСЭ и внешней электрической сети), изменение состава работающего генерирующего

оборудования, выбор сечений для сбалансированного отделения ЛСЭ, восстановление нормального режима после его нарушений. Безусловным предпочтением обладает режим параллельной работы с внешней сетью, обеспечивающий высокую надежность работы электростанции при сбросах/набросах нагрузки, экономичности за счет использования свободных генерирующих мощностей для выдачи электроэнергии во внешнюю сеть.

Опытный образец автоматики прошел успешные испытания на физической модели электроэнергетической системы в Новосибирском государственном техническом университете.

Заключение

Для реализации проекта развития МГЭС Таджикистана и достижения нового качества энергетики – Интернета энергии необходима разработка новых, децентрализованных технологий управления режимами энергосистем с распределенной малой генерацией, обеспечивающих малозатратную и безопасную интеграцию локальных систем энергоснабжения (энергетических ячеек) в электрические сети.

Литература:

1.Воропаев Г.В., Авакян А.Б. Водохранилища и их воздействие на окружающую среду. Москва: Наука, 1986. 367 с.

2.Жан-Кристоф Ф. и др. ТАДЖИКИСТАН: углубленный обзор энергоэффективности. Секретариат Энергетической Хартии. 2013.

3.Оценка экологического и социального воздействия [Электронный ресурс]. 2017. URL: http://www.barqitojik.tj/activity/projects/315/197142/ (дата обращения: 09.01.2019).

4.СТРАТЕГИЯ развития малой гидроэнергетики Республики Таджикистан. Душанбе. 2007.

5.ОАХК «Барки Точик» [Электронный ресурс]. URL: http://www.barqitojik.tj/ (дата обращения: 29.12.2018).

6.CASA-1000 :: HOME [Электронный ресурс]. URL: http://www.casa-1000.org/indexr.php (дата обращения: 08.01.2019).

7.Gulomzoda A.K., Fishov A.G., Nikroshkina S.V. Technology of managing the modes of local energy supply systems // Proceedings 2018 IInd All Russia Academic and Research Conference of Graduate and Postgraduate Students. Новосибирск: НГТУ, 2018. С. 70–72.

8.Холкин Д. Архитектура Интернета энергии: три в одном – Internet of Energy – Medium [Электронный ресурс]. 2018. URL: https://medium.com/internet-of-energy/87224da0b72b (дата обращения: 16.01.2019).

9.Исмоилов С.Т., Гуломзода А.Х., Рахимов Ф.М. Ввод распределенной генерации в сеть для предоставления системных услуг // Материалы 11-ой Международной конференции по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики. Тула: ТулГУ, 2015. С. 362–367.

10.Ur Rehman U., Riaz M. Design and implementation of electronic load controller for small hydro power plants // 2018 Int. Conf. Comput. Math. Eng. Technol. Inven. Innov. Integr. Socioecon. Dev. iCoMET 2018 - Proc. IEEE, 2018. Т. 2018–Janua. С. 1–7.

11.Hanmandlu M., Goyal H. Proposing a new advanced control technique for micro hydro power plants // Int. J. Electr. Power Energy Syst. Elsevier, 2008. Т. 30, № 4. С. 272–282.

12.Doolla S., Bhatti T.S. Automatic generation control of an isolated small-hydro power plant // Electr. Power Syst. Res. Elsevier, 2006. Т. 76, № 9–10. С. 889–896.

13.Doolla S., Bhatti T.S. Load Frequency Control of an Isolated Small-Hydro Power Plant With Reduced Dump Load // IEEE Trans. Power Syst. 2006. Т. 21, № 4. С. 1912–1919.

14.Фишов А.Г. и др. Системная автоматика для интеграции локальных систем электроснабжения с синхронной малой генерацией в электрические сети // Релейщик. 75 лет кафедре РЗиАЭ НИУ « МЭИ ». 2018. Т. 02, № 32. С. 24–31.

15.Фишов А.Г., Мукатов Б.Б., Марченко А.И. Способ противоаварийного управления режимом параллельной работы синхронных генераторов в электрических сетях: пат. РФ № 2662728. Опубл. БИ № 22, 30.07.2018.

ТАҲЛИЛИ ҲОЛАТ ВА САМТИ ИНКИШОФИ ГИДРОЭНЕРГЕТИКАИ ХУРД ДАР ТОҶИКИСТОН

А.Г. Фишов, А.Ҳ. Ғуломзода, Л.С. Қасобов

Ҳадафи кори мазкур муайян намудани самти инкишофи энергетикаи хурд дар Тоҷикистон мебошад. Таърих ва марҳилаи инкишофи энергетикаи хурд дар

Тоҷикистон, хусусиятҳои кори неругоҳҳои барқи обии хурди мавҷудбуда оварда шудаанд. Имкони гузаштан ба зинаи муосири инкишофи энергетика – Интернет энергия тадқиқ шудааст. Имкониятҳои нави технологӣ доир ба истифодаи неругоҳҳои барқи обии хурд, ки ҳам автономӣ ва ҳам параллел бо шабакаи электрикии беруна кор мекунанд, оварда шудаанд. Истифодаи автоматикаи системавии махсус, ки вазифаи он васли бехатари неругоҳҳои хурд ба шабака аст, асоснок карда шудааст. Автоматикаи мазкур дорои идораи муқобили садамавӣ буда, кори генераторҳоро дар реҷаи асинхронӣ, вайроншавии устувории система, зарар ёфтани таҷҳизот ва хомӯшшавии истеъмолкунандагонро пешгирӣ менамояд.

Калимаҳои калидӣ: гидроэнергетикаи хурд, Интернет энергия, автоматикаи реҷавӣ ва муқобили садамавӣ.

ANALYSIS OF THE STATE AND DIRECTION OF DEVELOPMENT OF SMALL HYDROPOWER OF TAJIKISTAN

A.G. Fishov, A.H. Gulomzoda, L.S. Kasobov

The aim of the work is to determine the direction of development of small-scale power generation in Tajikistan. The history and stages of development of small-scale power generation in Tajikistan, the features of the existing small hydropower plants are presented. The possibility of transition to the current level of energy development - the Internet of Energy, is analyzed. New technological opportunities for the effective use of small hydropower plants operating both independently and in parallel with the external electrical network are presented. The perspective of the use of special automation system, the purpose of which is the safe direct connection to the network of small power plants with anti-emergency control, preventing the operation of generators in asynchronous mode as well as the violation of the stability of the system and the damage to the equipment and the disconnection of consumers.

Key words: small hydropower, the Internet of Energy, regime and anti-emergency automatics.

Сведения об авторах:

Фишов Александр Георгиевич – д.т.н., профессор кафедры Автоматизированных электроэнергетических систем Новосибирского государственного технического университета. E-mail: fishov@corp.nstu.ru

Гуломзода Анвари Хикмат – аспирант кафедры Автоматизированных электроэнергетических систем Новосибирского государственного технического университета. E-mail: Anvar_4301@mail.ru

Касобов Лоик Сафарович – к.т.н., доцент кафедры «Электрические станции» Таджикского технического университета имени акад. М.С. Осими. E-mail: loikjon1001@mail.ru

УДК 621. 316

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОВРЕЖДЕННЫХ ПРИСОЕДИНЕНИЙ ПРИ ОДНОФАЗНОМ ЗАМЫКАНИИ НА ЗЕМЛЮ В СЕТЯХ 6 − 10 КВ

Б.М. Гиёев

Таджикский технический университет имени акад. М.С. Осими

В статье рассматривается режим работы нейтрали электрической сети (на примере подстанции «Шахри» 110/10 кВ). Приведена краткая характеристика рассматриваемой подстанции и работы отходящих линий 10 кВ в режиме замыкания на землю. Произведен обзор основных видов и принципов выполнения системы релейной защиты.

Выявлены недостатки существующих устройств защиты, особенно трудность определения поврежденного присоединения и предложены соответствующие рекомендации по настройке устройств релейной защиты.

Рассмотрены наиболее часто встречающиеся способы определения поврежденного присоединения при однофазном замыкании на землю (ОЗЗ), определены их достоинства и недостатки. Произведено моделирование ОЗЗ в программном комплексе PSCAD для каждого из отходящих фидеров разветвленной распределительной сети рассматриваемой подстанции.

Ключевые слова: *замыкание на землю, режим нейтрали, релейная защита.*

Однофазное замыкание на землю или однофазное короткое замыкание определяется режимами нейтралей электро-

установок и электрической сети. Согласно ПУЭ предусмотрены следующие режимы нейтралей:

1.Глухозаземленая нейтраль – используется в сетях до 1 кВ и свыше 110 кВ. При этом нейтраль трансформатора непосредственно соединяется к заземляющему устройству наглухо или через малое сопротивление (трансформатор тока).

2.При эффективном заземлении нейтрали замыкание на одной фазе на землю приводит к значительному увеличению тока короткого замыкания и требуется отключение поврежденного участка от системы защитными устройствами. При этом коэффициент замыкания на землю не превышает 1,4 (применяется в сетях 110 кВ и выше) [1];

3.Изолированная нейтраль – применяется в сетях 1-35 кВ. При этом нейтраль источника генератора или трансформатора не присоединена к заземляющему устройству или соединяется с помощью высокоомного резистора или реактора;

4.Компенсированная нейтраль– для снижения больших токов ОЗЗ в сетях с изолированной нейтралью применяется устройство компенсации емкостного тока замыкания на землю. При этом следует присоединять нейтраль к заземляющему устройству с помощью дугогасящих аппаратов после гашения дуги дугогасящих реакторов. Это позволяет повышать надежность системы, т.е способность ограничивать токи, протекающих через место повреждения на линии электропередач.

В сетях с изолированной и компенсированной нейтралями токи замыкания на землю, которые зависят от емкости фаз относительно земли, сопротивление дугогасящего реактора и от числа параллельных отходящих линий являются весьма малыми. Поэтому в сетях напряжением 6–35 кВ токи ЗНЗ, соответственно, не превышают 10–30А [2]. В этом режиме потребители сохраняют нормальный режим работы. Поэтому при замыкании фазы на землю не предусмотрены жесткие требования по немедленному отключению поврежденного присоединения. Однако напряжение неповрежденных фаз относительно земли повышается до значения линейных напряжений, что представляет опасность для изоляции и оборудования. Эффективность компенсации емкостных токов и эффективность работы электрических сетей с компенсированной нейтралью в основном зависит от режима настройки компенсирующего устройства.

Однофазные замыкания на землю являются наиболее трудно диагностируемым видом повреждения воздушных линий (ВЛ) и составляют около 75 % от общего числа повреждений (согласно оперативным данным). Протяженность распределительных сетей 6 − 35 кВ в городских сетях свидетельствует о необходимости разработки универсального подхода к определению поврежденного присоединения при ОЗЗ на основе анализа осциллограмм аварийных событий. Для определения ОЗЗ использовались исходные данные подстанции «Шахри» 110/10 кВ.

Традиционно для защиты отходящих присоединений используются защиты, такие как: устройство общей сигнализации, которое устанавливается на шинах 6–35 кВ подстанции, и его недостаток заключается в том, что возникает трудность при определении присоединения, где произошло ЗНЗ. Недостатком этих защит является необходимость установки кабельной вставки для подключения трансформатора тока на воздушных линиях. Кроме перечисленных защит, еще применяется защита от наложенного тока высокой частоты и защита, работающая на переходное значение тока нулевой последовательности (НП).

Другие типы защиты – токовые защиты нулевой последовательности (направленная и ненаправленная) и защиты, реагирующие на переходное значение тока НП. Трудность реализации и нахождение факта излишнего срабатывания считается недостатком перечисленных защит. Достоинством этих защит является возможность фиксирования любых кратковременных замыканий, которые обеспечивают профилактическую проверку изоляции и позволяют находить места ее ослабления для предотвращения последующего замыкания.

В настоящее время разработан комплекс устройств, которые реагируют на гармонические составляющие тока НП типа УСЗ-2/-2, которые подключаются через трансформаторы тока НП (ТТНП) кабельного типа (рис.1).

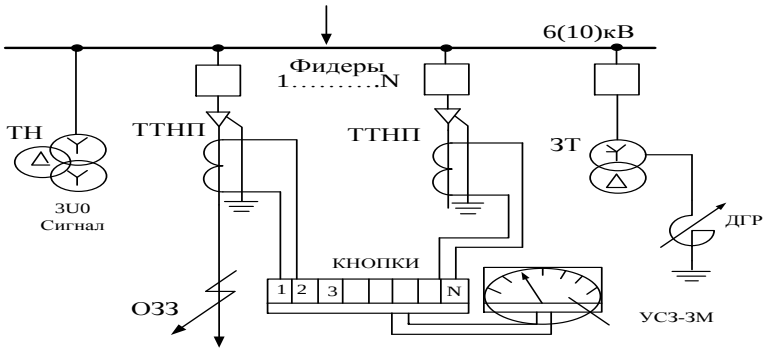


Рис.1. Схема включения устройства УСЗ-3М

Устройства УСЗ-3М реагируют на измерение суммы высших гармонических составляющих в токе ЗНЗ (от 150 до 650 Гц) [7]. На основании опыта эксплуатации выявлены существенные недостатки, основными из них являются:

1. В сложных сетях, содержащих параллельными линиями, применение УСЗМ-3М является непригодным;

2. Требуется выезд оперативной группы на подстанцию, чтобы проводит многочисленные измерения для определения поврежденного участка.

Устройства типа SEPAM компании Schneider Electric и их аналоги от «АББ Реле-Чебоксары» - SPAC 801-013, SPAC 801-113, [8], «Сириус», выпускаемые НПФ «Радиус» [9], выполняют относительный замер высших гармоник и на этом основании работают не только защиты от ОЗЗ, но и защиты, реагирующие от междуфазных замыканий. Исходя из этого, все микропроцессорные защиты имеют следующие недостатки [12]:

1. Высокая стоимость микропроцессорных терминалов;

2. Трудность при выборе уставок срабатывания из-за отсутствия методики их выбора.

Метод исследований. С учетом сложности математического описания переходных процессов при ОЗЗ в кабельных сетях напряжением 6–10 кВ и в схеме отсутствия одного трансформатора тока для решения поставленной в начале задачи использовалось имитационное моделирование на ЭВМ в среде системы моделирования PSCAD, рис.2. Основной задачей в данной работе являлась разработка компьютерной имитационной модели подстанции для определения ОЗЗ.

Подстанция «Шахри» 110/10 кВ состоит из двух трансформаторов с количеством отходящих линий 10 кВ 16 и 3 секций шин с измерительными трансформаторами напряжения. Системы РЗА в рассматриваемой подстанции реализованы на базе электромеханических реле, и уставки защитных реле не согласованы с защитами, установленными для защиты силовых трансформаторов и ошиновки.подстанции “Шахри”

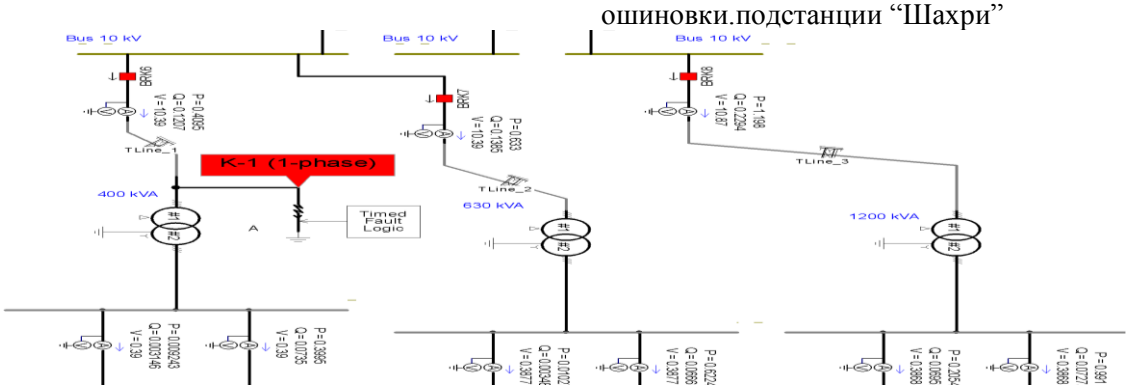


Рис.2. Фрагмент моделирования ОЗЗ на примере отходящих линий

Результаты проведенного моделирования подтверждают снижение напряжения поврежденной фазы ближе к нулю (рис. 3) и в неповрежденных фазах наблюдается возрастание напряжения в $\sqrt{3}$.

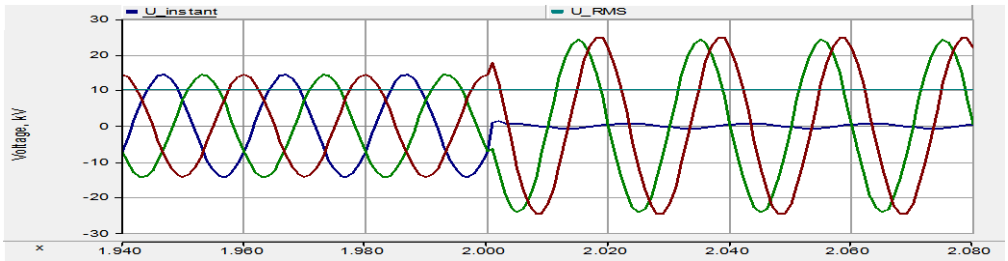


Рис.3. Напряжение фазы при ОЗЗ отходящей линии 10 кВ

Установлено, что при ОЗЗ на любом присоединении наблюдается увеличение фазного напряжения на неповрежденных фазах до линейного значения. Напряжение поврежденной фазы относительно земли снижается практически до нуля (будет равно падению напряжения от центра питания до места повреждения). Сам поврежденный фидер возможно определить по фиксации в поврежденной фазе в любом присоединении максимального ударного тока переходного режима, имеющего однократный самоустраняющийся характер, что связано с пробоем изоляции. В дальнейшем устанавливается ток ОЗЗ промышленной частоты рис.4, значение которого в основном зависит от расстояния до места ОЗЗ и устройств заземления.

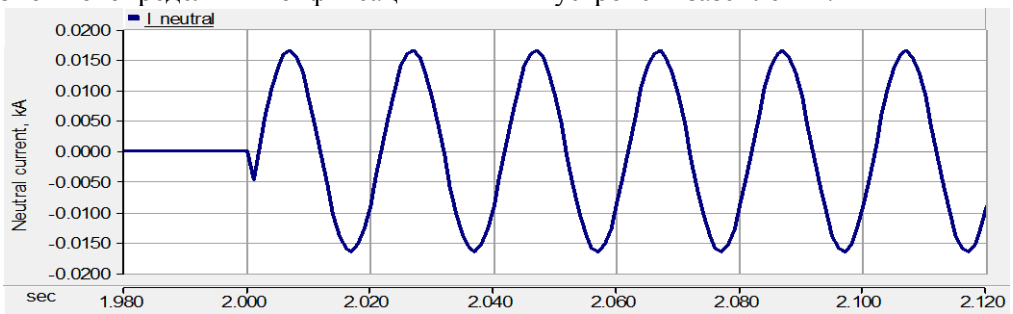


Рис.4. Ток нулевой последовательности при ОЗЗ отходящей линии 10 кВ

Выводы:

Определение поврежденного фидера при ОЗЗ в фазе В затруднено ввиду отсутствия для большинства эксплуатируемых сетей трансформаторов тока на этой фазе (система защиты отходящих линий эксплуатируемых подстанций выполнена на основе типовых проектов 6-10 кВ). В то же время правильным считается установка третьего трансформатора тока в ячейках 6−35 кВ распределительных устройств при новом строительстве или реконструкции.

На основании опыта эксплуатации и проведенного исследования можно перечислить следующие недостатки: трудность при нахождении поврежденного присоединения, неселективная работа защитных устройств, высокая стоимость современных устройств защиты, трудность при выборе уставок срабатывания из-за отсутствия методики их выбора. Поэтому предпочтительным решением считается разработка системы и устройства, не требующих трансформаторных фильтров токов НП. Перспективным направлением является использование специальных алгоритмов выделения гармонических составляющих тока и напряжения сети, как предлагается в [10, 12].

Литература:

1.Правила устройства электроустановок ПУЭ. – 7-е изд.;

2.Шабад М.А. Максимальная токовая защита. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. Отд-ние, 1991. – 96 с., ил.

3.Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: учебник для вузов. – 5-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2007. – 639 с.: ил

4.Шуин В.А., Гусенков А.В. Защиты от замыканий на землю в электрических сетях 6 –10 кВ. – М.: НТФ «Энергопрогресс», «Энергетик», 2001.

5.Токовые защиты от замыканий на землю. Исследование динамических режимов функционирования / Шуин В.А., Сарбеева О.А., Чугрова Е.С. // Новости Электротехники. −2010. − № 2 (62). − С. 36 − 40.

6.Вуколов В.Ю. Повышение эффективности передачи электроэнергии в

распределительных сетях. Часть 1. / В.Ю. Вуколов, А.Л. Куликов, Б.В. Папков. − М.: НТФ «Энергопрогресс», Библиотечка электротехника, 2013. − № 11. − 72 с.

7.Шабад М.А. Расчеты релейной защиты и автоматики распределительных сетей. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1985. – 296 с., ил.

8.Комплектное устройство защиты и автоматики линий 6–10 кВ SPAC 801-013. Техническое описание и инструкция по эксплуатации, 2000;

9.Устройство микропроцессорной защиты «Сириус2-Л». ЗАО «РАДИУС Автоматика». Техническое описание, инструкция по эксплуатации, паспорт. – М., 2002.

10.Горева Т.С., Кузнецов С.Е., Портнягин Н.Н., Горева Т.И. Анализатор импульсных и флуктуационные помех случайного характера в системах электроснабжения с идентификацией структурных компонент в ортогональном вейвлет базисе: Свидетельство об отраслевой регистрации комплекса программ для ЭВМ № 16624. – М.: ИНИМ РАО, 2011.

11.Горева Т.С., Портнягин Н.Н. Методы построения активных фильтров подавления импульсных помех в сетях электропитания промысловых судов: монография). – М.: Изд-во «Академия Естествознания», 2010. – 102 с.

12.Борковский С.О., Горева Т.С., Горева Т.И. Проблема диагностики однофазных замыканий на землю в сетях с малыми токами замыкания на землю. Журнал Фундаментальные исследования. Издательский Дом "Академия Естествознания" № 9, 2014.

МУАЙЯН КАРДАНИИ ПАЙВАСТАГИИ ОСЕБДИДА ҲАНГОМИ РАСИШИ ЯКФАЗА БА ЗАМИН ДАР ШАБАКАҲОИ ШИДДАТАШОН 6-10 КВ

Б.М. Гиёев

Дар мақолаи мазкур реҷаи кори нейтралии шабакаи электрикӣ дар намунаи зеристгоҳи электрикии “Шаҳрӣ”, шиддаташ 110/10 кВ мавриди омӯзиш қарор гирифта, оид ба зеристгоҳи мазкур ва кори хатҳои ихроҷӣ дар реҷаи расиш ба замин маълумоти кӯтоҳ оварда шудааст. Инчунин намудҳои асосии ҳимояҳои релеӣ ва принсипҳои роҳандозии онҳо шарҳ дода шудаанд.

Норасоиҳои ҳимояҳои айни замон дар истифода қарордошта ва мушкилоти муайян кардани пайвастагии осебдида ошкор карда шуда, оид ба чурсозии таҷҳизоти ҳимоявӣ тавсияҳои мувофиқ пешниҳод карда шудаанд.

Усулҳои муайян кардани пайвастагии осебдида ҳангоми расиши якфаза ба замин мавриди баррасӣ қарор гирифта, бартарӣ ва норасогиҳои онҳо муайян шудаанд. Барои тадқиқи масъалаи зикргардида дар барномаи компютерии PSCAD модели математикӣ сохта шуда, ҳар як хати ихроҷшавандаи шабакаи тақсимгари зеристгоҳи номбурда таҳти тадқиқот қарор гирифтааст.

Калимаҳои калидӣ: расиш ба замин, реҷаи нейтралӣ, ҳимояи релеӣ.

DETERMINATION OF DAMAGED LINES AS RESULTING IN A SINGLE-PHASE GROUND FAULT OF NETWORKS OF 6 - 10 KV

B.M. Giyoev

The operation mode of the electrical network neutrality (using the example of the Shakhri substation 110/10 kV) the article is discusses. A brief description of the substation and the operation of 10 kV outgoing lines as a result of earth fault mode are presented. The main types and principles of the implementation of the relay protection system a was reviewed.

The drawbacks of the existing protection devices, especially the difficulty of determining the damaged lines, are revealed, and appropriate recommendations for configuring the relay protection devices are proposed.

The most frequently encountered methods of determining the damaged adherence in the earth fault (single phase ground faults) are considered and their advantages and disadvantages are identified.

Modeling of the single phase ground faults was made by the PSCAD software package for each of the outgoing feeders of the extensive distribution network of the under consideration substation.

Key words: earth fault, neutral mode, relay protection.

Сведение об авторе:

Гиёев Борбад Мирзоевич – к.т.н., ассистент кафедры «Релейная защита и автоматика». Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими. Телефон: (+992) 934684001. E-mail: borbadtjk@mail.ru

УДК 621.383

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛА СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В ТАДЖИКИСТАНЕ

Б.Т. Шохзода[1], Ш.Дж.Джураев[2]

[1]НИУ «МЭИ», 111250, г. Москва, улица Красноказарменная 14

[2]ТТУ им. ак. М.С. Осими, 734042, г. Душанбе, ул. ак. Раджабовых 10

Исследование потенциала солнечной энергии и полное понимание климатических условий страны является основой для определения стратегий правительства, инвесторов и разработчиков солнечных проектов и хорошей начальной точкой для принятия стратегических решений, связанных с развитием солнечной энергетики. В свою очередь, погодные условия определяют условия эксплуатации солнечных электростанций. Анализ погодных условий учитывает погрешности оценок ресурсов, возникновение экстремальных климатических условий, сезонную изменчивость климата, а также географические ограничения на размещение солнечных станций. В статье приведен обзорный анализ потенциала солнечной энергии Республики Таджикистан на основе мировых метеорологических баз данных NASA, Global Solar Atlas и METEONORM.

Ключевые слова: *Солнечная энергетика, энергоснабжение.*

Введение. Республика Таджикистан (РТ), страдающая от повсеместного дефицита электроэнергии в зимнее время [1 – 3, 11] при огромном потенциале гидроэнергии и имеющая хорошие климатические условия для развития солнечной энергетики, должна развивать и использовать, в первую очередь, эти виды источников энергии для обеспечения собственных энергетических потребностей. Солнечные и гидроэнергетические потенциалы ещё мало реализованы по экономическим и политическим причинам. Исходя из того, что основная часть населения в РТ находится в сельской и горной местности, проблему дефицита электроэнергии можно решить с помощью использования солнечной энергии [8 – 12]. Поэтому потребности к энергии в Таджикистане в данной работе оцениваются потенциалом солнечной энергии на территории страны и возможностью ее использования для решения проблемы дефицита электроэнергии. Для оценки потенциала солнечной энергии и определения оптимального угла установки солнечных батарей используются среднемесячное значение солнечной радиации (СР), база данных NASA и часовые данные СР METEONORM [5].

Таджикистан расположен в предгорьях Памира в южной части стран Содружества Независимых Государств, в пределах Центральной Азии, в центре континента Евразии, между 36°40' и 41°05' северной широты и 67°31' и 75°14' восточной долготы. Географическое расположение страны уже говорит о потенциале солнечной энергии.

Наземные датчики, установленные на профессиональных метеорологических станциях, и спутниковые метеорологические модели являются двумя основными способами для получения данных о климате и ресурсах солнечной энергии.

Эти два метода являются взаимодополняющими. После распада СССР в Таджикистане началась гражданская война и многие ГМС (Гидрометеорологические службы) были остановлены, поэтому для оценки климата и потенциала солнечной энергии воспользуемся международными базами данных таких как, NASA Prediction of Worldwide Energy Resource [1], METEONORM [4] и «Мировой Атлас Солнечной Энергии» (Global Solar Atlas) [5] от Всемирного Банка (World Bank) и Международной финансовой корпорации [4].

Климат. Таджикистан - страна субтропическая со значительными суточными и сезонными колебаниями температуры воздуха и с малыми количествами осадков, сухостью воздуха и малой облачностью. Средняя температура января колеблется от +2…−2 °С в долинах и предгорьях юго-запада и севера республики до −20 °С и опускается ниже на Памире. Абсолютный минимум температуры

достигает −63 °С на Памире (Булункуль) а абсолютный максимум температуры составляет 48 °С (Нижний Пяндж) (см. рис. 1). Средняя температура июля от 30 °С в долинах юго-запада до 0 °С и ниже на Памире [7, 8].

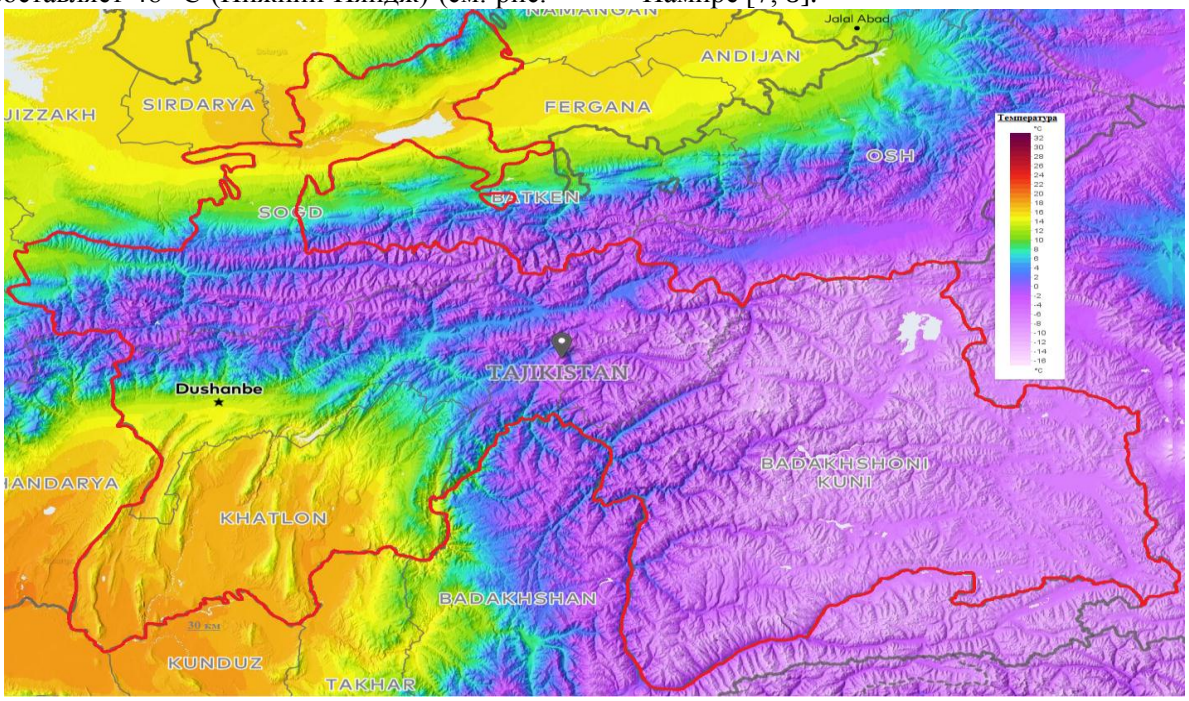


Рис. 1. Температурная карта Республики Таджикистан.

Солнечная радиация. Как выше было сказано, оценка солнечной энергии производится с помощью открытых источников. Получение данных от Solargis (Мировой Атлас Солнечной Энергии) выполняют следующим образом. Методы, используемые в модели солнечной радиации, учитывают коэффициенты ослабления солнечной радиации на пути через атмосферу до достижения поверхности Земли. Для расчета параметров солнечных ресурсов в модели Solargis используются данные геостационарных спутников и метеорологических моделей. Во-первых, с помощью модели ясного неба, учитывающей положение Солнца в каждый момент времени, а также влияние высоты, концентрации аэрозолей (частиц, поступающих из различных источников, природных и антропогенных), содержания водяного пара и озона, рассчитывается облученность ясного неба (значения в предположении отсутствия облаков). Во-вторых, данные геостационарных метеорологических спутников (с нескольких спутников, охватывающих различные части Земли) используются для количественной оценки эффекта затухания облаков с помощью расчета индекса облачности. Вычисленная ранее освещенность ясного неба затем соединяется с индексом облачности для получения значений освещенности всего неба. Первичное вычисленное глобальное горизонтальное облучение дополнительно обрабатывается другими моделями для получения прямого и диффузного облучения и глобального облучения на наклонных поверхностях (см. рис. 2). Средний годовой приход солнечной радиации рассчитывается следующим образом;

$$P_{ср.год} = D_{ср.мн.лет} \cdot 365,25 \quad (1)$$

где, $D_{ср.мн.лет}$ – дневное среднее многолетнее значение [кВт/день]

Ниже приведены следующие карты:

-Выходная мощность фотопре-образователей [kWh/kWp];

• Полное излучение на горизонтальную поверхность [kWh/m^2];

• Нормальное прямое солнечное излучение [kWh/m^2];

• Полное солнечное излучение для оптимально угла установки фотопреобразователей;

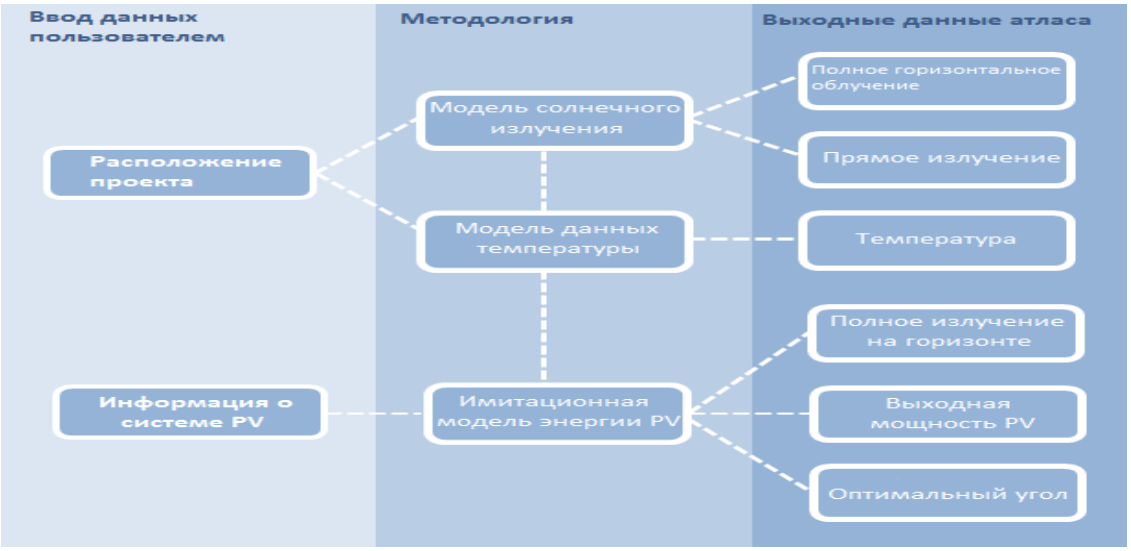


Рис. 2. Полная схема работы карты Solargis

Используя исходные данные, была создана таблица с среднемесячном солнечной радиаций на горизонтальной поверхности городов Республики Таджикистан (см. таблицу 2).

Таблица 1

Среднемесячный приход солнечной радиации ((кВт/м^2)/год) за 22 год.

Город	**(кВт/м^2)/год**	**Город**	**(кВт/м^2)/год**	**Город**	**(кВт/м^2)/год**
Душанбе	20304,95	Канибадам	20513	Хорог	20341,45
Худжанд	20640,75	Исфара	20304,95	Нурек	21129,85
Бохтар	21688,3	Гулистон	20640,75	Гиссар	20304,95
Куляб	21739,4	Вахдат	21129,85	Истиклол	20640,75
Истарафшан	18881,45	Пенджикент	20421,75	Левакант	21688,3
Турсунзаде	20304,95	Бустон	20640,75	Рогун	21129,85

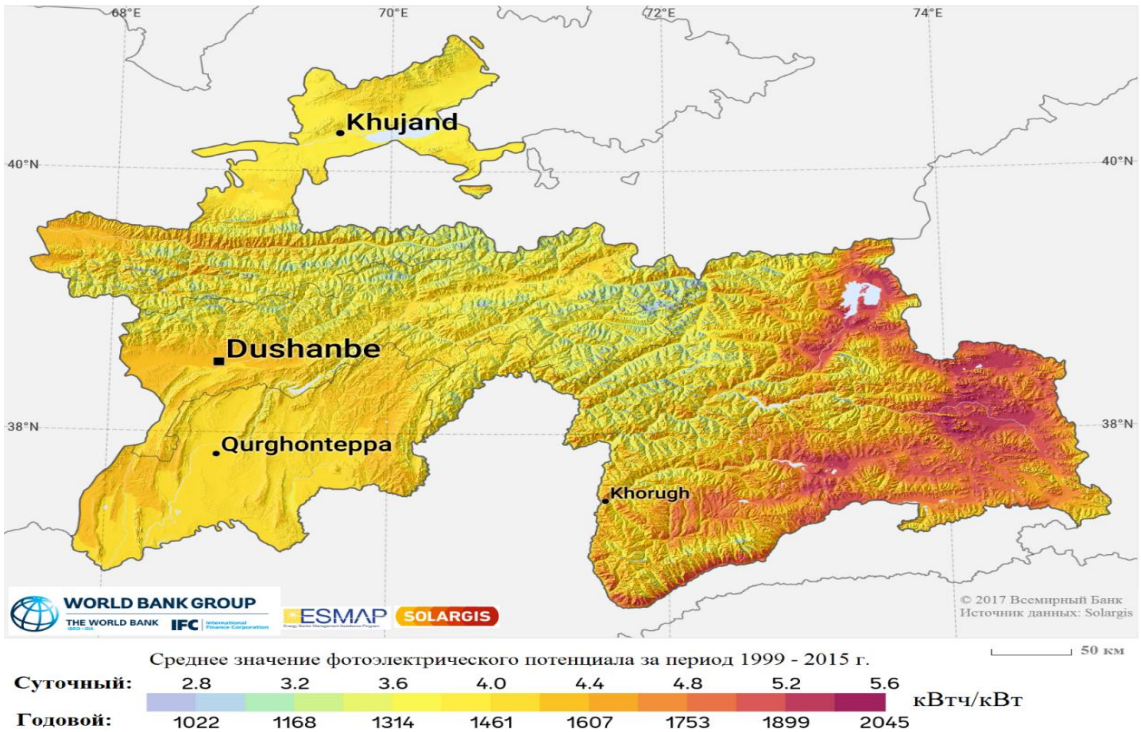


Рис. 3. Выходная мощность фотопреобразователей [kWh/kWp]

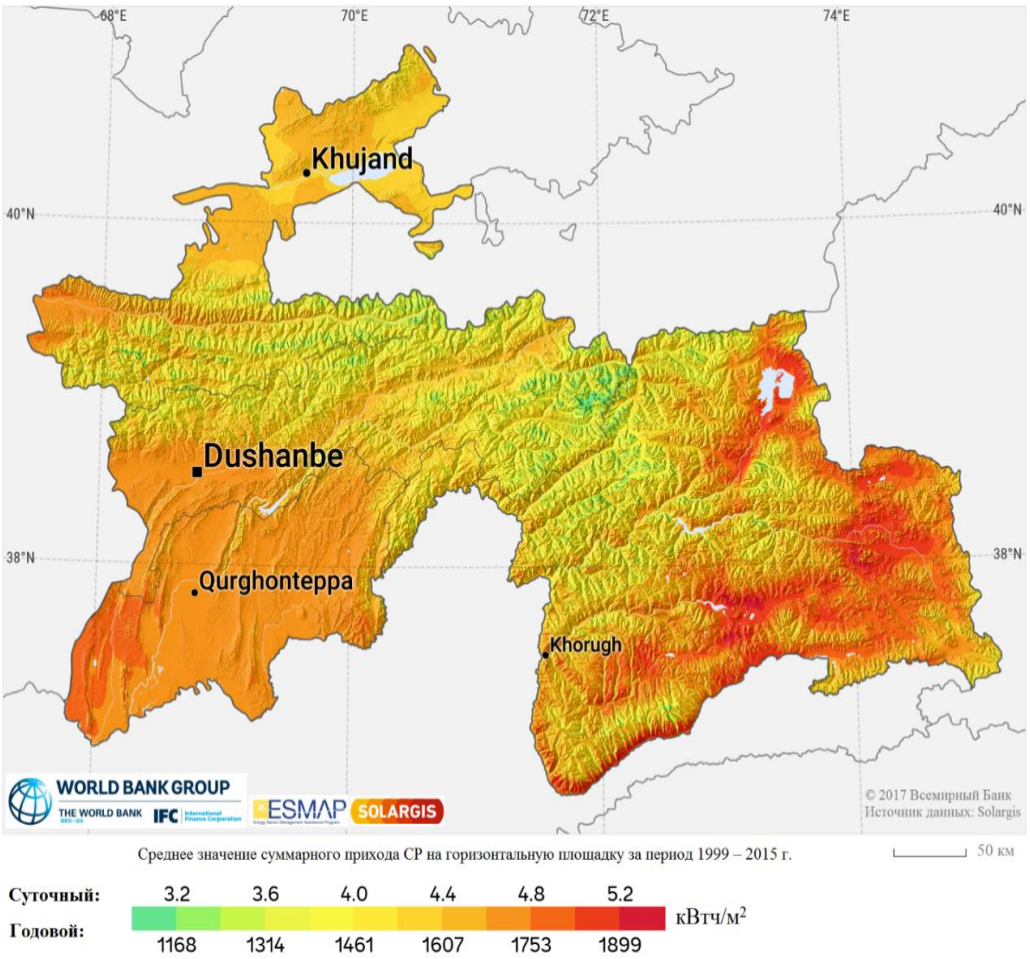


Рис. 4. Полное излучение на горизонтальную поверхность [kWh/m2].

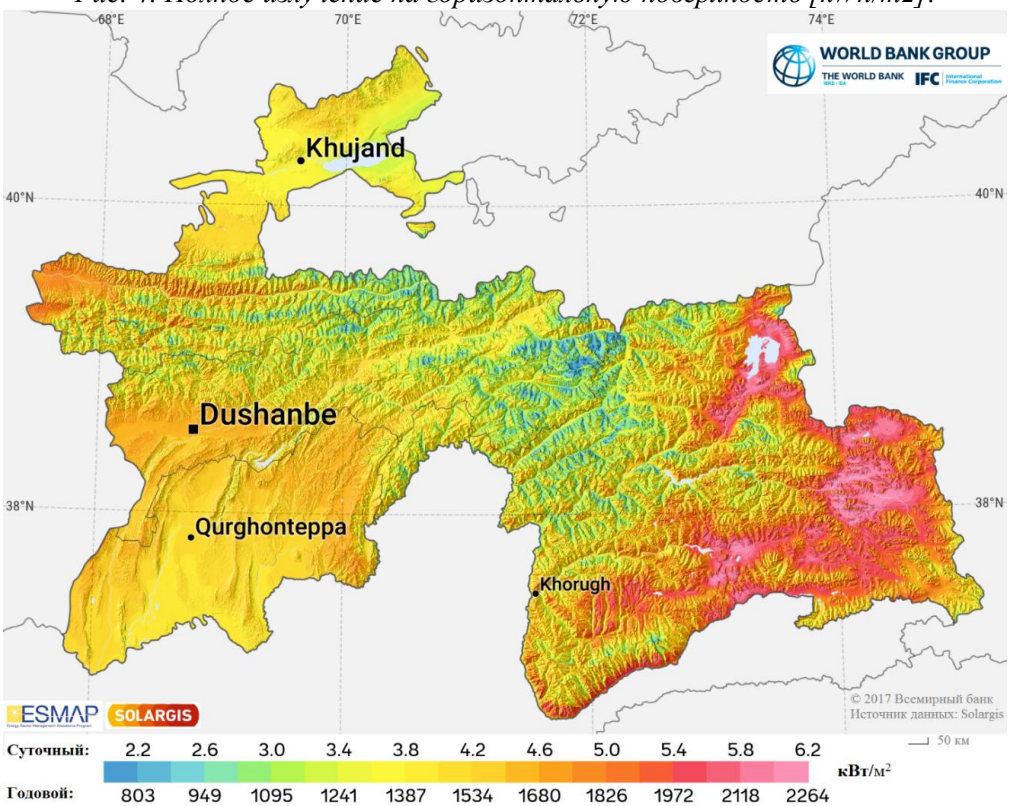


Рис. 5 - Нормальное прямое солнечное излучение [kWh/m2]

Таблица 2

Среднемесячная солнечная радиация на горизонтальной поверхности городов

Наименование территории	Координаты		Среднемесячная солнечная радиация на горизонтальной поверхности (кВт/м2/день)											
	Широта	Долгота	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Душанбе	38,57	68,765	2,08	2,83	3,73	5,03	6,25	7,30	7,39	6,82	5,64	4,04	2,63	1,89
Худжанд	40,28	69,63	1,98	2,85	3,90	5,26	6,64	7,78	7,76	6,90	5,49	3,86	2,40	1,73
Курган-Тюбе	37,84	68,78	2,36	3,16	4,12	5,63	6,84	7,91	7,70	6,78	5,67	4,30	2,89	2,06
Куляб	37,912	69,784	2,34	3,13	4,12	5,62	6,83	7,90	7,73	6,86	5,76	4,33	2,88	2,06
Истаравшан	39,91	69	2,00	2,70	3,45	4,51	5,62	6,61	6,91	6,56	5,46	3,74	2,40	1,77
Вахдат	38,5562	69,012	2,18	2,94	3,89	5,27	6,48	7,66	7,69	7,06	5,87	4,15	2,74	1,96
Турсунзаде	38,515	68,231	2,08	2,83	3,73	5,03	6,25	7,30	7,39	6,82	5,64	4,04	2,63	1,89
Канибадам	40,293	70,429	2,09	2,94	3,95	5,30	6,45	7,42	7,57	6,75	5,50	3,91	2,49	1,83
Исфара	40,122	70,623	2,09	2,94	3,95	5,30	6,45	7,42	7,57	6,75	5,50	3,91	2,49	1,83
Кайраккум	40,267	69,8	1,98	2,85	3,90	5,26	6,64	7,78	7,76	6,90	5,49	3,86	2,40	1,73
Пенджикент	39,496	67,6	2,00	2,82	3,78	5,24	6,67	7,68	7,48	6,68	5,41	3,84	2,54	1,81
Чкаловск	40,23	69,7	1,98	2,85	3,90	5,26	6,64	7,78	7,76	6,90	5,49	3,86	2,40	1,73
Хорог	37,49	71,555	2,02	2,66	3,63	4,67	5,86	7,09	7,47	7,21	6,26	4,30	2,73	1,83
Нурек	38,39	69,31	2,18	2,94	3,89	5,27	6,48	7,66	7,69	7,06	5,87	4,15	2,74	1,96
Истиклол	40,57	69,643	1,98	2,85	3,90	5,26	6,64	7,78	7,76	6,90	5,49	3,86	2,40	1,73
Сарбанд	37,875	68,92	2,36	3,16	4,12	5,63	6,84	7,91	7,70	6,78	5,67	4,30	2,89	2,06
Рогун	38,694	69,742	2,18	2,94	3,89	5,27	6,48	7,66	7,69	7,06	5,87	4,15	2,74	1,96

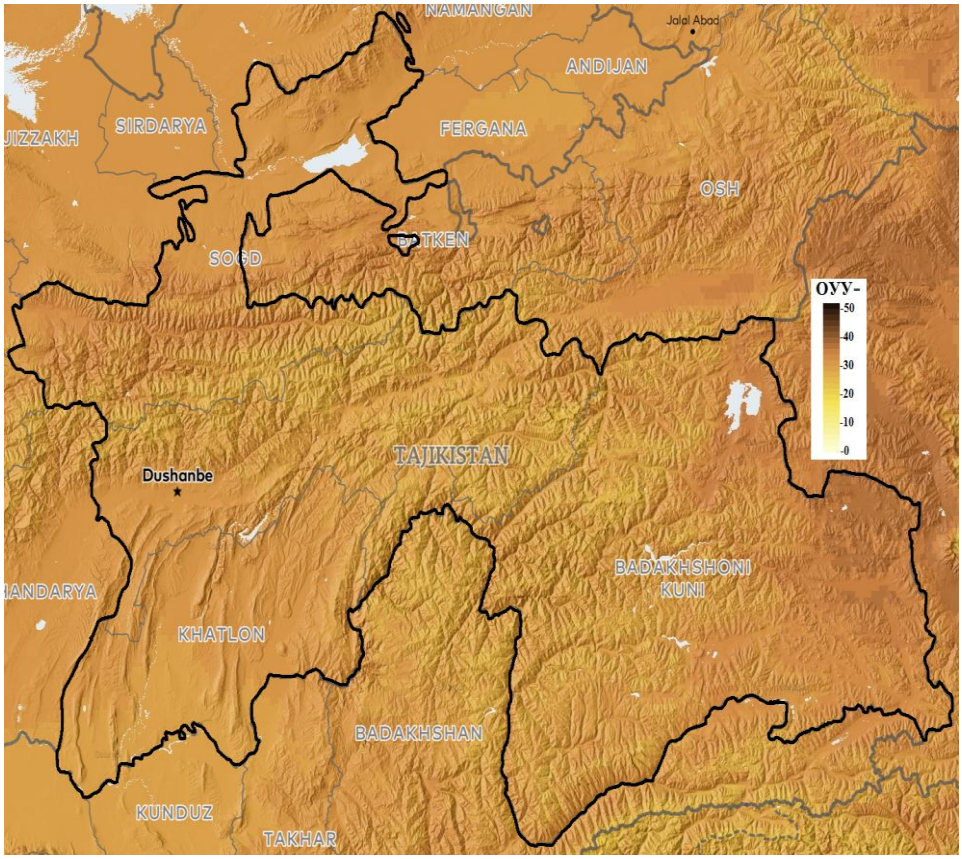


Рис. 6 – Оптимальный угол установки фотопреобразователей

Заключение. Благодаря новым технологиям и открытым источникам в наше время легко можно получить оценку состояния территории, что очень важно для солнечных проектов. Воспользуясь этими возможностями, в данной работе были исследованы потенциал солнечной энергии и климатические условия Республики Таджикистан. Как видно из температурной карты (см. рис. 1), минимальная средне - многолетняя температура достигает -16 ^{0}C, а максимальная средне - многолетняя температура достигает +32 ^{0}C. Продолжительность зимы составляет максимум 3 месяца, в некоторых местах даже 2 месяца. Продолжительность дневного солнечного сияния составляет до 300 дней. Как видно из таблицы 2, среднемесячная солнечная радиация на горизонтальную поверхность в больших городах республики сильно не отличается. Среднемесячный приход солнечной радиации (кВт/м2/год) за 22 года (см. таблица 1) показывает, что разница только до 3000 кВт/м2/год. Оптимальный угол по всей территории (см. рис. 6) составляет 32 градуса, но для получения большей энергии зимой так как нужда в энергии в это время возрастает, лучший угол установки 40-45 градусов.

Можно сказать, что климатические условия республики вполне достаточны для развития солнечной энергетики, не учитывая остальные причины, такие как повышение цен на электроэнергию, нехватка электроэнергии в сельской местности в зимнее время т.п. [8]. Для этого достаточно разработать стратегию развития.

Список литературы:

1.Solar Market Research and Analysis. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://www.solarbuzz.com/facts-and-figures/retail-price-environment /module-prices.

2.Тульский В.Н. Современное состояние и перспективы обеспечения качества электроэнергии в электрических сетях открытой акционерной холдинговой компании «Барки Точик» / В. Н. Тульский, Х. Б. Назиров, Ш. Дж. Джураев, Б. Дж. Иноятов // Вестник МЭИ. 2018. № 1. С. 34−40.

3.Тульский В.Н. Анализ результатов моделирования распределения высших гармоник тока в электрических сетях Республики Таджикистан / В.Н. Тульский, Ш.Дж. Джураев, А.В. Валянский, Ш.М. Султонов // Энергетик. – 2018. №7. С. 44−50.

4.Мировой Атлас Солнечной Энергии (Global Solar Atlas). [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://globalsolaratlas.info/.

5.METEONORM Version 6.0.2.5 METEOTEST Fabrikstrasse 14 CH-3012 Bem Switzerland. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://meteonorm.com/.

6.Кокин Н.Н., Шохзода Б.Т. «Анализ эффективности выработки электрической и тепловой энергии при применении возобновляемых источников энергии в условиях снабжения автономного потребителя» Вестник МЭИ – 2016.

7.Шохзода Б.Т. «Исследование влияния температуры на характеристики обычного солнечного модуля и плоского голографического концентратора» VII международная Школа-семинар молодых ученых и специалистов «Энергосбережение – теория и практика» 2014.

8.Манусов, В.З. Оценка доступности энергетических ресурсов за счет солнечной радиации в республике Таджикистан / Манусов В.З., Ганиев З.С., Султонов Ш.М. // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. № 1 – 2018 г. – С. 174-177.

9.Киргизов А.К. Математическое моделирование процессов преобразования энергии в энергетическом центре / Киргизов А.К., Султонов Ш.М. // Гелиотехника. – 2018. – № 4. – С. 16-21.

9.Schulz, Detlef. Heat supply based on Solar Energy in Tajikistan/ B. T. Shokhzoda, M.G. Tyagunov // NEIS 2017 Conference on Sustainable Energy Supply and Energy Storage Systems Hamburg, Germany – 2017- P. 181-187.

10.Sekretarev, Yu. Modern State Problems and Prospects of Development of the Electric Power System of Tajikistan / Sekretarev Yu., Sultonov Sh., Nazarov M. // Proceedings of the 11th international forum on strategic technology 2016 (IFOST 2016). – Novosibirsk, Russia. – 2016. – pp. 136-139.

11.Киргизов, А.К. Влияние местности на определение потенциала возобновляемых источников энергии / Киргизов А.К., Ганиев З.С., Джалилов Р.А. // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. 2018. Т. 1. № 1 (41). С. 34-46.

ТАДҚИҚОТИ ИҚТИДОРИ ЭНЕРГИЯИ ОФТОБ ДАР ТОҶИКИСТОН

Б.Т. Шоҳзода, Ш.Ҷ. Ҷӯраев

Тадқиқи иқтидори нерӯи офтоб ва дарки пурраи вазъи иқлими кишвар асос барои муайян намудани сиёсати ҳукумат, сармоягузорон ва таҳиягарон лоиҳаҳои нерӯгоҳҳои офтобӣ ва як қадами хубе барои шуруи қабули ҳалномаҳои сиёсӣ ва масъалаҳои вобаста ба рушди соҳаи энерҷии офтобӣ мебошад. Дар навбати худ, шароити иқлим шартҳои истифодаи нерӯгоҳҳои офтобиро муайян мекунад. Таҳлил хатогиҳои дар вақти баҳодиҳии манбаъҳо, ба вучуд омадани шароитҳои шадиди иқлимӣ, ивазшавии боду ҳаво дар фаслҳои сол ва инчунин маҳдудиятҳои ҷуғрофиро барои сохтани нерӯгоҳи офтобӣ дар назар гирифтааст. Дар мақола таҳлили шарҳии иқтидори нерӯи офтоб дар Ҷумҳурии Тоҷикистон дар асоси манбаъҳои пойгоҳҳои ҳавосанҷии байналмиллалӣ NASA, Global Solar Atlas ва METEONORM оварда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: энергияи офтоб, энерготаъминкунӣ, иқлим.

RESEARCH OF POTENTIAL OF SOLAR ENERGY IN TAJIKISTAN

B.T.Shohzoda, Sh.J.Juraev

The study of solar energy potential and a full understanding of the country's climate conditions is the basis for determining the strategies of the government, investors and developers of solar projects and a good starting point for making strategic decisions related to the development of solar energy. The analysis takes into account the errors of resource estimates, the occurrence of extreme climatic conditions, seasonal climate variability, as well as geographical restrictions on the deployment of solar power plants. The article reviews the potential of solar energy of the Tajikistan on the basis of the world meteorological databases likes NASA, Global Solar Atlas and METEONORM.

Key words: power quality, currents of higher harmonics, electrical power systems, non-linear load.

Сведения об авторах:

Шохзода Бехрузи Талби – аспирант кафедры «Гидроэнергетики и возобновляемых источников энергии» НИУ «МЭИ, адрес: 111250, г. Москва, улица Красноказарменная 14. e-mail: Gaint90@mail.ru, тел: +7 495 362-72-51.

Джураев Шохин Джураевич – кандидат технических наук, ассистент кафедры «Теоретические основы радио и электротехники» ТТУ им. ак. М.С. Осими, адрес: 734042, г. Душанбе, ул. академики Раджабовых 10, e-mail: dzhuraevsh@mail.ru, тел: +992 (93) 483 1100

.

РАСЧЕТ И АНАЛИЗ ТОКОВ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ В ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ УЗЛАХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

Дж.Б. Рахимов
ТТУ им. ак. М.С. Осими

В статье разработана расчетная модель для определения значений токов коротких замыканий в высоковольтных узлах южной части электроэнергетической системы Республики Таджикистан. Выполнен расчет токов коротких замыканий на подстанциях электрических станций и электрических сетей южной части электроэнергетической системы Республики Таджикистан. По результатам значений токов коротких замыканий выполнена оценка соответствия отключающей способности выключателей при аварийных переходных процессов. Выявлены узлы, где начальные значения периодической составляющей токов однофазных коротких замыканий превышают значения номинальных токов отключения выключателей, которые установлены в этих узлах. Рекомендована замена устаревших выключателей, которые не способны отключить токи однофазных коротких замыканий.

Ключевые слова: *ток короткого замыкания, программный комплекс NEPLAN, высоковольтный выключатель, номинальный ток отключения.*

Введение. При модернизации и проектировании электростанций и электрических сетей электроэнергетических систем, а также при реконструкции распределительных устройств подстанций, находящихся в эксплуатации, необходим единый подход к решению выбора схем распределительных устройств подстанций, технико – экономическое обоснования для применение решений по предоставлению надежности работы всех оборудований электроэнергетических систем. Всякое оборудование электростанций и электрических сетей должно надежно работать не только в условиях установившихся режимов и нормальных переходных процессов, а также в условиях аварийных переходных процессов, особенно при коротком замыкании. В связи с этим проверка силовых трансформаторов, воздушных и кабельных линий электропередачи и т.д. на термическую и электродинамическую стойкость, а высоковольтных выключателей на отключающую способность при аварийном переходном процессе, является необходимым условием исправного функционирования вышеприведенных оборудований.

Существенными причинами выхода из строя силовых трансформаторов, воздушных и кабельных линий электропередачи и высоковольтных выключателей являются аварийные переходные процессы при коротком замыкании. Из анализа статистических данных электроэнергетических систем можно видить, что 60 – 80 % отказов оборудования происходит из – за аварийных переходных процессов при коротком замыкании [1,9].

В связи с этим целью данной работы является расчет и анализ значений токов коротких замыканий в высоковольтных узлах южной части электроэнергетической системы Республики Таджикистан.

Выбор программного комплекса. Расчеты установившихся и переходных режимов выполняются разными подразделениями инженерных компаний с использованием различных программных комплексов: *АРМ СРЗА, V – VI – 50ПЗ, RastrWin, NEPLAN, ТКЗ – 3000* и т.д. В подразделениях инженерных компаний используются различные математические модели одной и той же электроэнергетической системы, которые при выполнении расчетов допускают ошибки.

В программном комплексе *NEPLAN* в отличие от программных комплексов *АРМ СРЗА, ТКЗ – 3000* и *V – VI – 50ПЗ* расчеты аварийных переходных процессов при коротком замыкании выполняются на той же расчетной модели электроэнергетической системы, что и расчеты установившихся режимов. Этот программный комплекс представляет собой набор из 42 модулей, всякий из них имеет своей роли для решения конкретных задач, например, выполнения расчета токов коротких замыканий, надежности электрических станций и электрических сетей, оптимизация потокораспределения мощности по элементам электроэнергетической системы [2,3]. Программный комплекс *NEPLAN* является программным средством, который используется во всем мире для

проектирования, модернизации и реконструкции электрических сетей и электростанций, а также для анализа полученных результатов расчета той или иной задачи [4].

В связи с преимуществами программного комплекса *NEPLAN* швейцарской компании «Busarello Cott Partner» именно в этом программном комплексе для определения значений токов трехфазных и однофазных коротких замыканий и оптимизации стационарного деления сети для ограничения токов коротких замыканий была разработана расчетная модель южной части электроэнергетической системы Республики Таджикистан.

На рисунке 1 приведен фрагмент разработанной расчетной модели для определения значений токов коротких замыканий в высоковольтных узлах электроэнергетической системы Республики Таджикистан.

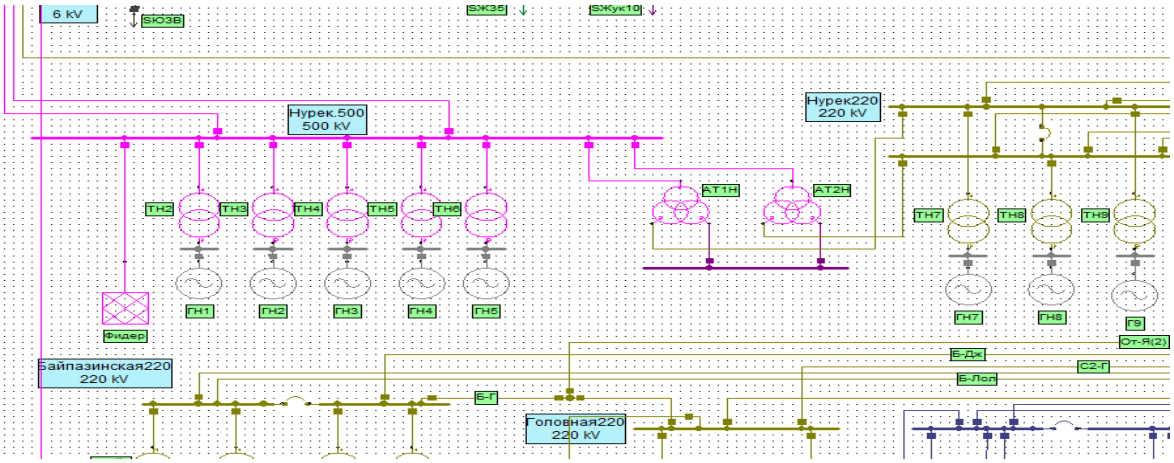


Рисунок 1. Фрагмент разработанной расчетной модели для определения значений токов коротких замыканий в высоковольтных узлах электроэнергетической системы Республики Таджикистан

Расчет токов трехфазных и однофазных коротких замыканий. В разработанной расчетной модели расчет начальных действующих значений периодической составляющей токов трехфазных и однофазных коротких замыканий выполнен на основе метода, который рекомендует стандарт «Международная электротехническая комиссия» IEC 60909 [5]. Метод, рекомендуемый стандартом IEC 60909, позволяет обеспечить приемлемое соответствие результатов расчетов требованиям используемых в нашей стране методов [2], в том числе стандарту ГОСТ Р 52735 – 2007 [6].

На рисунке 2 показано число высоковольтных узлов южной части электроэнергетической системы Республики Таджикистан.

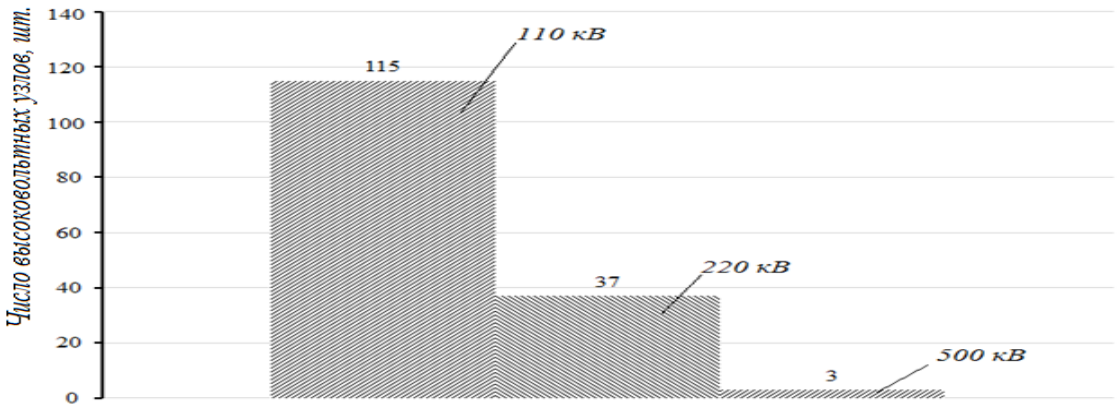


Рисунок 2. Число высоковольтных узлов южной части электроэнергетической системы Республики Таджикистан

Из рисунка 2 видно, что в отличие от узлов 500 кВ число высоковольтных узлов электрических сетей 110 и 220 кВ несколько больше. Вследствие этого на рисунках 3 и 4 именно в этих узлах в виде графиков показаны зависимости начальных действующих значений периодических составляющих токов трехфазных и однофазных коротких замыканий от числа узлов, а в таблице 1 приведены значения периодических составляющих токов трехфазных и однофазных коротких замыканий в узлах 500 кВ.

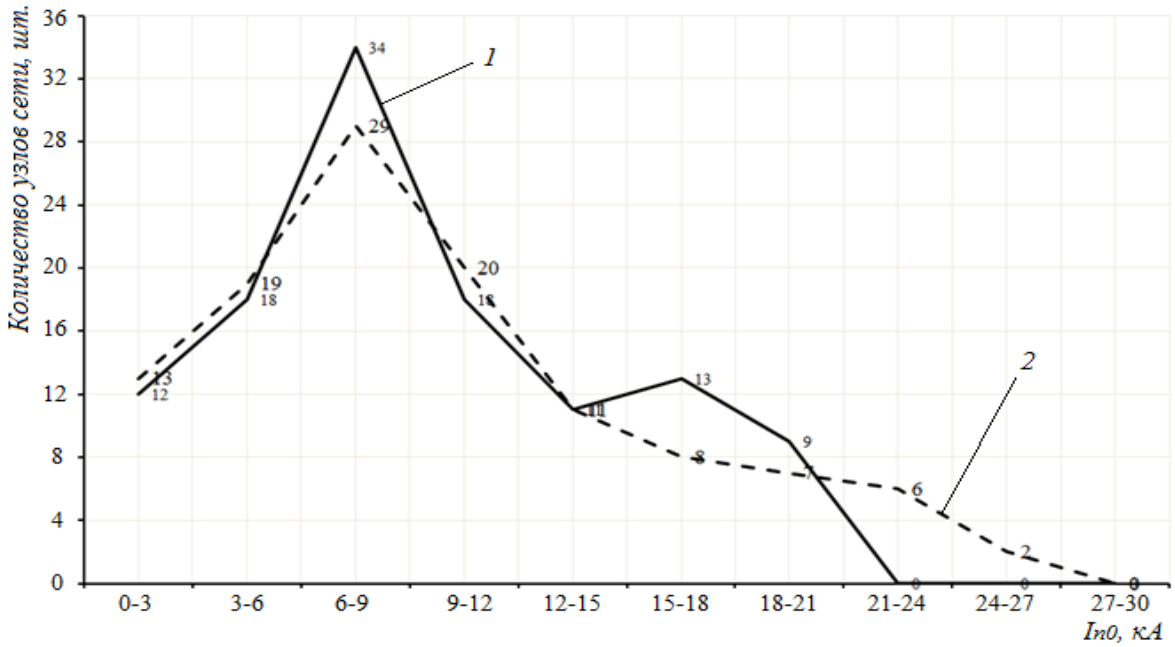


Рисунок 3. Зависимости начальных действующих значений периодических составляющих токов трехфазных (кривая 1) и однофазных (кривая 2) коротких замыканий от число узлов 110 кВ

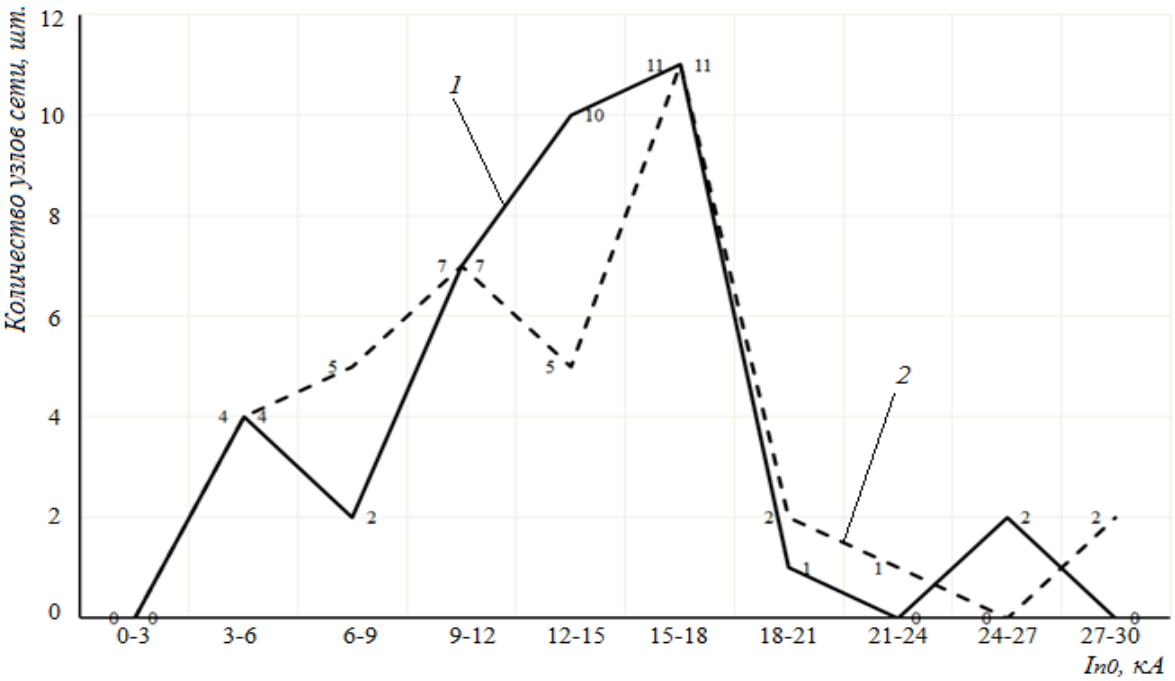


Рисунок 4. Зависимости начальных действующих значений периодических составляющих токов трехфазных (кривая 1) и однофазных (кривая 2) коротких замыканий от числа узлов 220 кВ

Таблица 1.

Начальные действующие значения периодической составляющей токов трехфазных и однофазных коротких замыканий в узлах 500 кВ южной части электроэнергетической системы Республики Таджикистан.

ПС	Нурек	Душанбе	Регар
$I_{п0}^{(3)}$, *кА*	13,22	7,339	9,13
$I_{п0}^{(1)}$, *кА*	15,4	6,885	9,096

Как видно из рисунков 3 и 4, значения токов трехфазных и однофазных коротких замыканий в высоковольтных узлах южной части электроэнергетической системы Республики Таджикистан не превышают 30 кА, причем в некоторых шинах подстанций значение токов однофазных коротких замыканий больше значений токов трехфазных коротких замыканий. Это обстоятельство требует проверки коммутационной способности выключателей при аварийных переходных процессах по току однофазного короткого замыкания и утяжеляет условия работы высоковольтных выключателей, так как однофазные короткие замыкание (60 – 95%) в отличие от трехфазных коротких замыканий (1 – 5%) возникают чаще [7].

Необходимо отметить, что на открытом распределительном устройстве 110 кВ подстанции Джангал и на открытом распределительном устройстве 110 кВ Головной ГЭС установлены масляные выключатели типа МКП, номинальный ток отключения которых равнен 20 кА. Эти масляные выключатели не способны отключить токи однофазных коротких замыканий, так как на открытом распределительном устройстве 110 кВ подстанции Джангал значение тока однофазного короткого замыкания составляет 23,4 кА и на открытом распределительном устройстве 110 кВ Головной ГЭС – 23,523 кА [8].

Выводы:

1. Разработана расчетная модель для определения значений токов коротких замыканий в южной части Республики Таджикистан.

2. Выполнена оценка соответствия отключающей способности высоковольтных выключателей южной части электроэнергетической системы Республики Таджикистан по значениям токов коротких замыканий. Эта оценка показала, что выключатели, которые установлены на 10 присоединениях (линейных и трансформаторных) шин открытого распределительного устройства 110 кВ подстанции Джангал и на 14 присоединениях шин открытого распределительного устройства 110 кВ Головной ГЭС, номинальный ток отключения которых равен 20 кА не способны отключить токи однофазного короткого замыкания, которые составляют 23,4 и 23,5 кА.

3. Высоковольтные выключатели, которые установлены в 153 узлах электрических станций и электрических сетей, могут успешно отключить токи коротких замыканий.

4. На линейных и трансформаторных присоединениях открытого распределительного устройства 110 кВ подстанции Джангал и на присоединениях шин открытого распределительного устройства 110 кВ Головной ГЭС рекомендуется устанавливать элегазовые выключатели, номинальный ток отключения которых должен быть не менее 40 кА.

Список литературы:

1. Расчет коротких замыканий и выбор электрооборудования: учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / И.П. Крючков и др.; под ред. И.П. Крючкова и В.А. Старшинова. – М.: Академия, 2005. – 416 с.

2. Гусев О.Ю., Гусев Ю.П. и Трофимов В.А. Опыт использования расчетных моделей в распределительных сетях. Энергетик, 2015, №1. Стр. 25 – 27.

3. Рахимов Дж.Б., Насыр уулу К., Гусев Ю.П. О компьютерных технологиях в развитии электрических сетей // Энергия – 2017. Тезисы двенадцатой международной научно – практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 7т. Т.3. – Иваново: ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», 2017. – С. 20 – 21.

4. NEPLAN Packages // NEPLAN Power System Analysis and Engineering. Zurich, Switzerland. URL: http://www.neplan.ch/html/e/e_electricity_packages _default. htm.

5. IEC 60909 – 0. Short-circuit currents in three-phase a.c. systems – Calculation of currents. 2001. – 160 p.

6. ГОСТ Р 52735 – 2007. Короткое замыкание в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением свыше 1 кВ. – Введ. 2008 – 07 – 01. – М.: Стандартинформ, 2007. – 54 с.

7. Неклепаев, Б.Н. Координация и оптимизация уровней токов короткого замыкания в электрических системах / Б.Н. Неклепаев. – М.: Энергия, 1978. – 152 с.

8. Рахимов, Дж.Б. Оценка соответствия отключающей способности выключателей токам коротких замыканий и переходным восстанавливающимся напряжениям в энергосистеме Республики Таджикистан: автореф. дис… канд. техн. наук.: 05.14.02 / Рахимов Джамшед Бобомуродович. – М., 2018. – 20 с.

9. Русина А.Г., Русин Г.Л., Худжасаидов Д.Х. Особенности управления режимами энергосистемы Памира // Электротехника.Электротехнология. Энергетика – VII Международная научная конференция молодых ученных. НГТУ. – 2015. С.159-162.

10. Mathematical model of Francis turbines for small hydropower plants / Diyorov R., Glazyrin M., Sultonov Sh. // Proceedings of the 11th International Forum on Strategic Technology 2016 (IFOST 2016). Part 2. – Novosibirsk, Russia. – 2016. – pp. 255-257. DOI: 10.1109/IFOST.2016.7884241

11. The effective use of statcom in the electrical system of the republic of Tajikistan to reduce the losses of active power in the electric network / Manusov V.Z., Kirgizov A.K., Ahyoev J.S. // 13th international scientifictechnical conference on actual problems of electronic instrument engineering. Novosibirsk. 2016. pp. 60-63. DOI: 10.1109/APEIE.2016.7806889

ҲИСОБ ВА ТАҲЛИЛИ ҶАРАЁНҲОИ РАСИШИ КӮТОҲ ДАР ГИРЕҲҲОИ БАЛАНДШИДДАТИ СИСТЕМАИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Ҷ.Б. Раҳимов

Дар мақола барои муайян намудани қиматҳои ҷараёнҳои расиши кӯтоҳ дар гиреҳҳои баландшиддати қисми ҷанубии системаи электроэнергетии Ҷумҳурии Тоҷикистон модел коркард шудааст. Дар зеристгоҳи неругоҳҳо ва шабакаҳои электрикии қисми ҷанубии системаи электроэнергетикии Ҷумҳурии Тоҷикистон ҳисоби ҷараёнҳои расиши кӯтоҳ иҷро карда шудааст. Тибқи натиҷаи қиматҳои ҷараёни расиши кӯтоҳ баҳодиҳӣ ба қобилияти васлакҳо барои ҷудокунии расиши кӯтоҳ иҷро шудааст. Гиреҳҳое маълум карда шуданд, ки дар онҳо қимати ибтидоии ташкилдиҳандаи даврии ҷараёни расиши кӯтоҳи якфаза нисбат ба қиматҳои ҷараёни номиналии ҷудокуниашон зиёд мебошанд. Иваз намудани васлакҳои кӯҳна, ки ҷараёни расиши кӯтоҳи якфазаро ҷудо карда наметавонанд, тавсия дода шудааст.

Калимаҳои калидӣ: ҷараёни расиши кӯтоҳ, барномаи комплексии NEPLAN, васлаки баландшиддат, ҷараёни номиналии ҷудокунӣ.

CALCULATION AND THE ANALYSIS OF CURRENTS OF SHORT CIRCUITS IN HIGH-VOLTAGE KNOTS OF THE ELECTRICAL POWER SYSTEM OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

J.B. Rahimov

The article developed a computational model for determining the values of short-circuit currents in high-voltage nodes in the southern part of the power systems of the Republic of Tajikistan. The calculation of short-circuit currents in the substations of power stations and electrical networks of the southern part of the electric power system of the Republic of Tajikistan was carried out. According to the results of the values of short-circuit currents, the conformity assessment of the breaking capacity of switches during emergency transients was evaluated. Nodes have been identified where the initial values of the periodic component of single-phase short-circuit currents exceed the values of the rated tripping current of the switches that are installed at these nodes. It is recommended to replace obsolete switches that are unable to disconnect single-phase short-circuit currents.

Key words: short circuit current, software package NEPLAN, high-voltage circuit breaker, rated breaking current.

Сведения об авторе:

Рахимов Джамшед Бобомуродович – к.т.н., старший преподаватель кафедры «Электрические станции» ТТУ им. ак. М.С. Осими, e-mail: rahimov.jam@gmail.com, тел: +992 (919) 205 030.

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ГОРОДСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Дж.С. Ахьёев

Таджикский технический университет имени акад. М.С. Осими

Рассмотрена задача оптимизации режимов городских электрических сетей с целью повышения качества электрической энергии и снижения потерь активной и реактивной мощности в электрических сетях и бытовых электроприемниках потребителей. Оптимизация осуществляется с помощью выбора мест размещения и мощности отдельных источников реактивной мощности в сетях 10 кВ алгоритмом роевого интеллекта, а именно роя частиц.

Ключевые слова*: оптимизация, городские сети, реактивная мощность, потери активной мощности, компенсирующие устройства*.

Введение.Целью оптимизации режимов электрических сетей является определение установившегося режима электрической сети, при котором соблюдены все технические ограничения по качеству электрической энергии и минимальные суммарные потери активной мощности. Задачи оптимизации режимов распределительных городских электрических сетей можно разделить на три основных, каждый из которых требует своего уникального подхода и метода оптимизации: выбора оптимального места размещения и мощности источников реактивной мощности, оптимизации коэффициентов трансформации и выбора оптимальных точек размыкания контуров. При этом учитываются ограничения по отклонениям напряжений во всех узлах. Оптимизация по реактивной мощности сводится к определению наилучших мест установки и выбора величины мощности компенсирующих устройств (КУ).

Постановка задачи. Исключительно важной особенностью устойчивого развития городов и мегаполисов является все большее электропотребление не только активной мощности, но и реактивной мощности, которая необходима для использования в электробытовых приборах. Принцип действия, который основан на применении электромагнитных полей. Увеличение потребления реактивной мощности в городской среде обусловлено в основном тремя факторами:

- быстрый рост городского населения и территории городов;
- увеличение числа бытовых электроприборов у населения с использованием электродвигателей, а именно стиральных машин, холодильников, кондиционеров, посудомоечных машин, пылесосов, вентиляторов, насосов, а также индукционных печей;
- существенное увеличение протяжённости и длины городских линий электропередачи.

В статье предложено в двух этапах решить проблему оптимизации городских распределительных электрических сетей. На первом этапе рассмотрим расчет установившегося режима распределительных сетей при заданных параметрах сети и нагрузках. На втором - решение проблемы оптимизации с помощью алгоритмов роевого интеллекта, на каждом шаге итерации производится обращение к значению целевой функции, определяемой на первом этапе.

Математическая модель.Выбор математической модели для решения оптимизационной задачи энергоснабжения для устойчивого развития городов определяется тем, что задача содержит дискретные переменные и может содержать несколько локальных минимумов, из которых нужно выбрать глобальный. Широко применяемые градиентные методы для этой задачи мало подходят, из-за того, что требуют взятия производных, и следовательно, дифференцируемости функций, то есть их непрерывности. В данной задаче это требование не соблюдается, кроме того, для больших городов с большим количеством присоединений система уравнений имеет большую размерность, а при устойчивом развитии городов «проклятие размерности» возрастает в квадратичной степени. В связи с этим в работе выбран более эффективный метод дискретной оптимизации с возможностью определения глобального минимума – метод роевого интеллекта.

Целями оптимизации являются минимизация потерь активной мощности и минимизация расходов на КУ. При этом рекомендованное значение $tg\varphi$ для сетей 10

кВ $tg\varphi = 0,4$. Задача оптимизации состоит в следующем:

$$W(Q) = W_{\Delta P}(Q) + W_{KУ}(Q) \to \min, \quad (1)$$

где $W_{\Delta P}$ - финансовые потери активной мощности; $W_{KУ}$ - финансовые затраты на установку КУ. $W_{\Delta P} = c_p \cdot \tau \cdot \Delta P_{\max}$ $W_{KУ} = c_q \cdot \sum_{i=1}^{n} Q_i$, где Q - вектор мощностей КУ; Q_i - мощность КУ в i-м узле; n – количество узлов с КУ; τ – время максимальных потерь; ΔP_{Σ} – суммарные потери активной мощности в сети.

При ограничениях

$$0 < Q_i < Q_{\max i}, i = 1,...,n,$$

$$0 \le tg\varphi \le 0,4$$

Для решения задачи выбран фрагмент городской сети, состоящий из 36 узлов и 48 ветвей (рисунок 1).

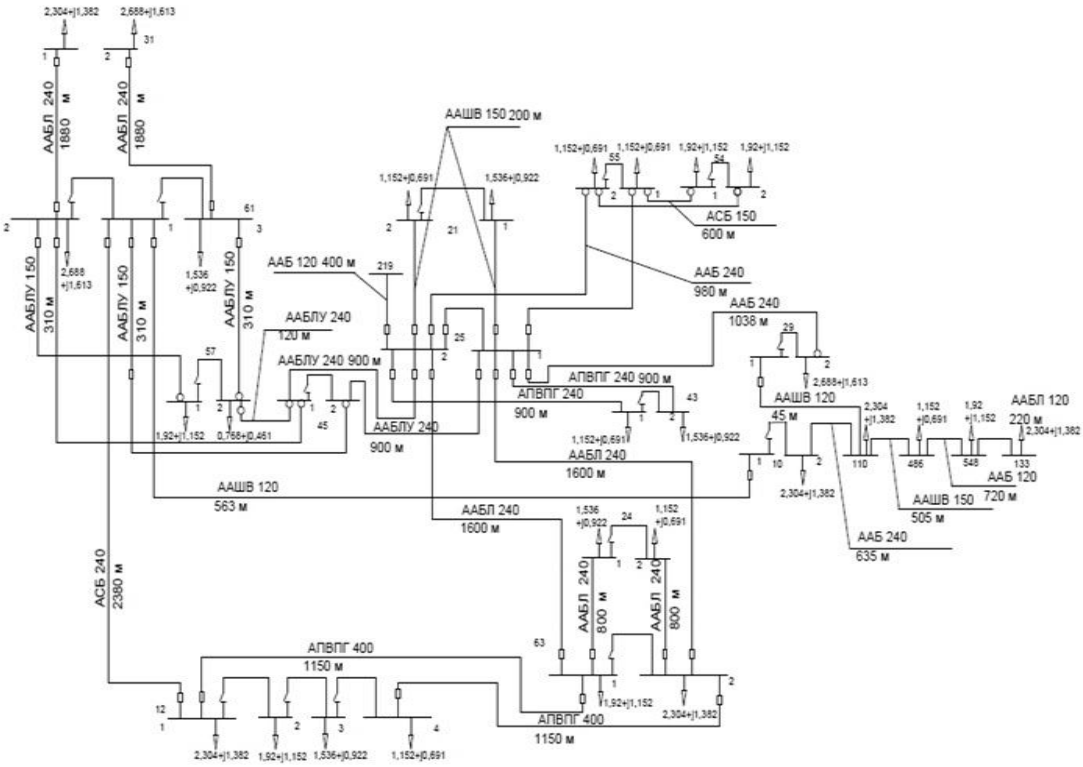


Рисунок 1 - Фрагмент электрической распределительной сети

Оптимизация режимов электрической сети.

Проектная постановка задачи. Оптимизация выполнена с помощью алгоритма на основе роевого интеллекта. Получаем оптимальное распределение источников реактивной мощности и определяем величину реактивной мощности в узлах. Зададим параметры, необходимые для оптимизации, стоимость электроэнергии за 1 кВт·ч примем $\beta = 2,6$ российских рублей, стоимость 1 кВАр установленной мощности $Q = 550$ рубль. Полученные значения установленной мощности КУ сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Максимальная установленная реактивная мощность КУ в узлах

№ узла	$Q_{КУ\,P}$, МВАр	$Q_{\max.уст}$, МВАр
133	1,244	1,250
241	1,452	1,45
571	1,037	1,000
572	0,412	0,400
542	0,716	0,700
121	1,217	1,200
311	1,244	1,250
312	1,451	1,450

Суммарные потери активной мощности $\Delta P = 0{,}888$ МВт;

Необходимая величина компенсируемой реактивной мощности $Q = 7{,}886$ МВАр.

Эксплуатационная постановка задачи. Отличительной особенностью от проектной задачи, рассмотренной выше, являются ограничения, накладываемые на КУ, а именно на величину установленной мощности.

Оптимальные значения реактивной мощности в узлах при минимуме потерь активной мощности и ограниченном $tg\varphi$ сведены в таблицу 2.

Таблица 2

Эксплуатационная задача оптимизации

№ узла	P_H, МВт	Q_H, МВАр	$Q_{КУ}$, МВАр	$tg\varphi_{ест}$, о.е	$tg\varphi_{опт}$, о.е
133	2,304	1,382	1,244	0,59	0,05
241	2,688	1,613	1,43	1,19	0,12
571	1,92	1,152	1,000	0,6	0,08
572	0,768	0,461	0,400	0,6	0,08
542	3,84	2,304	0,7	1,2	0,83
121	2,304	1,382	1,200	0,59	0,08
311	2,304	1,382	1,250	0,59	0,08
312	2,688	1,613	1,450	0,6	0,06

Суммарные потери активной мощности $\Delta P = 0{,}883$ МВт;

Необходимая величина компенсируемой реактивной мощности $Q = 8{,}667$ МВАр.

В условиях реальной эксплуатации и выставленных ограничений по компенсирующим устройствам суммарные потери активной мощности возрастают на 0,001 МВт, т.е на 1 кВт. Но при этом несколько сокращается мощность устанавливаемых батарей при округлении значений их мощности в меньшую сторону на 106 кВАр.

Заключение

По результатам оптимизации доказано, что наилучшим вариантом по потерям активной мощности является установки КУ мощностью $Q = 8{,}773$ МВАр. Потери суммарной активной мощности снижаются с 1,063 до 0, 882 МВт, что составляет 7,7%. Срок окупаемости мероприятия по оптимизации реактивной мощности составляет 1,6 года. Таким образом, компенсация реактивной мощности в городских электрических сетях вполне целесообразна, рентабельна и существенно улучшает технико-экономические показатели электросетевых предприятий и способствует устойчивому развитию городов.

Список литературы:

1.Manusov V. Z. Optimization of Power Distribution Networks in Megacities / V. Z. Manusov, P. V. Matrenin, J. S. Ahyoev, L. S. Atabaeva // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - 2017. - Vol. 72. - Art. 012019 (8 p.). - DOI: 10.1088/1755-1315/72/1/012019.

2.Manusov V. Z. Implementation of Population Algorithms to Minimize Power Losses and Cable Cross-Section in Power Supply System / V. Z. Manusov, P. V. Matrenin, E. S. Tretiakova// International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE) Vol. 6, No. 6, December 2016, pp. 2955-2961, DOI: 10.11591/ijece.v6i6.11361

3.Обеспечение качества электрической энергии в энергосистемах, содержащих нелинейную нагрузку / Ш.М. Султонов, Ш.Дж. Джураев, // Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования. №1 (41) – 2018 – С.20-33.

4.Развитие и оптимизация режимов электроэнергетической системы с распределенными возобновляемыми источниками энергии методами искусственного интеллекта (на примере республики Таджикистан) Киргизов А.К. автореферат дис. кандидата технических наук / Нац. исслед. Том. политехн. ун-т. Томск, 2017

5.Оптимизация режимов городских электрических сетей Мегаполиса / Манусов В.З., Ахьёев Д.С., Киргизов А.К. // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2018. № 1. С. 189-192.

6.Modern State Problems and Prospects of Development of the Electric Power System of Tajikistan / Y.A. Sekretarev, Sh.M. Sultonov, M. Nazarov // Proceedings of the 11th international forum on strategic technology 2016 (IFOST 2016). – Novosibirsk, Russia. – 2016. – pp. 136-139.

7.Координация уровней токов коротких замыканий в электроэнергетической системе Кыргызстана / Гусев Ю.П., Насыр уулу Канат, Рахимов Дж.Б., Алиев К.Б. // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. 2017. № 1-1 (41). С. 25-30.

8.Агафонова М.В., Худжасаидов Д.Х., Матренин П.В. Разработка модели электропотребления и суточного графика нагрузки на примере энергосистемы Памира // Наука. Технологии. Инновации - Сборник научных трудов: в 10 частях. Новосибирск, 04-08 декабря 2017 г. – С.7-11.

МУНОСИБГАРДОНИИ РЕҶАИ КОРИИ ШАБАКАҲОИ БАРҚИИ ШАҲРӢ

Ҷ.С. Аҳьёев

Масъалаи муносибгардонии речаи шабакаҳои электрикӣ бо мақсади баланд бардоштани сифати энергияи электрикӣ ва кам кардани талафи тавоноии фаъол ва ғайрифаъол дар шабакаҳои электрикӣ ва барқкабулкунакҳои хоҷагӣ дида баромада шудааст. Муносибгардонӣ тавассути интихоби макони ҷойгиркунӣ ва тавоноии манбаъҳои алоҳидаи тавоноии ғайрифаъол дар шабакаҳои 10 кВ бо алгоритми интеллектуалии роӣ, махсусан роӣ-заррахо амалӣ мегардад.

Калимаҳои калидӣ: муносибгардонӣ, шабакаҳои шаҳрӣ, тавоноии реактивӣ, талафи тавоноии фаъол, олоти ҷубронкунанда.

OPTIMIZATION OF OPERATING MODES OF CITY ELECTRICAL NETWORKS

J.S. Ahyoev

The study deals with the problem of city electrical networks optimization in big towns and megacities to increase electrical energy quality and decrease real and active power losses in the networks as well as in domestic consumers. The optimization is carried out according to the location selection and separate reactive power source in 10 kW networks of Swarm Intelligence algorithms, in particular, of Particle Swarm one.

Key words: Optimization, urban networks, reactive power, real power losses, Particle Swarm Method

Сведения об авторе:

Джавод Саламшоевич Ахьёев – к.т.н., ассистент кафедры «Электрические станции» ТТУ имени академика М.С. Осими Javod_66@mail.ru

.

УДК:622.862.7

О ВЛИЯНИЕ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ЧЕЛОВЕКА К ПРОВЕДЕНИЮ ОПЫТОВ НА ТОЧНОСТЬ ГРАДАЦИЙ ПОРОГОВЫХ РЕАКЦИЙ

М. Д. Додхудоев

Таджикский технический университет имени акад. М.С. Осими

В статье рассматривается физиологическая реакция организма человека на протекание через него электрического тока и точность оценки пороговых реакций. Отмечается, что повышение точности оценки пороговых токов возможно достигнуть только предварительной психологической подготовкой человека к опытам.

Ключевые слова: пороговый ток, пороговое напряжение, ощутимый, отпускающий, неопускающий, предел переносимости.

Для разработки первичных критериев электробезопасности экспериментальные исследования проводятся непосредственно на людях в пределах совершенно безопасных значений токов, вызывающих определённые ответные реакции организма [1-11, 14]. Значения токов, представляющих явную опасность для жизни, определяются при экспериментальных исследованиях на животных [1-5, 12, 13].

Согласно ГОСТ 12.1.009-76 приняты три вида реакции организма на воздействие тока: ощутимый ток; неотпускающий ток; фибрилляционный ток. При этом нормирование предельно допустимых уровней напряжений прикосновения и токов произведены по пороговым значениям этих токов и включены в ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Принятые ГОСТы в настоящее время являются большим достижением в области электробезопасности. Однако они ещё далеко недостаточны для решения проблем первичных критериев электробезопасности, а, следовательно, проблемы электробезопасности в целом. Существует достаточно много проблем на пути точности оценки физиологического воздействия электрического тока на организм человека и принципов нормирования предельно допустимых уровней напряжений прикосновения и токов. Одной из таких проблем, на наш взгляд, является точность оценки пороговых значений токов, которая зависит от многих факторов и в том числе от психологической подготовленности человека к опытам, желающего участвовать в них. Относительно такой подготовки существуют разноречивые мнения [1-6, 11].

Известно, что механизм воздействия электрического тока на организм человека является весьма разнообразным. Однако критерием степени физиологической активности тока может служить не любая реакция, возникающая на его протекание через организм, а только та, влияние которой на организм возможно оценить практически однозначно. Поэтому за качественный критерий оценки реакции организма на ток принимается начало возникновения той или иной реакции, то есть пороговые реакции, а за количественный критерий оценки соответствующие пороговым реакциям значения токов, вызывавших эти реакции. Тем не менее, при экспериментальных исследованиях используются довольно разнообразные градации пороговых токов [6], которые часто не вызывают однозначные реакции, и соответственно, однозначные значения токов, вызывающих эти реакции. Это является основной причиной получения порой несопоставимых результатов экспериментальных данных, а соответственно разнообразных предложений по первичным критериям электробезопасности.

С целью возможности проведения исследования при возникновении одних и тех же объективных реакций организма на ток и сопоставления результатов, полученных отдельными исследователями, имеется необходимость в упорядочении градаций пороговых реакций на ток и соответствующих им пороговых токов. С этой позиции наиболее удачной, на наш взгляд, нужно считать градацию пороговых токов, предложенную в [7], предусматривающую относительно чёткие границы между отдельными пороговыми реакциями. Предложенная терминология, достаточно объективно отражает физическую и физиологическую сущность реакции организма на ток. Однако при всей обоснованности она не лишена в ряде случаев недостатков. В частности, есть неясности в качественной и количественной оценке пределов пороговых отпускающих и неотпускающих токов [8, 9].

На нечёткость границ вышеприведённой градации пороговых токов впервые указано в [6], где предложено условие 50%-ной вероятности для границы между отпускающими и неотпускающими токами, причём эта граница должна лежать в пределах устойчивого уровня. Отметим, что здесь также имеются неясности, так как получается условное разделение пороговых отпускающих и неотпускающих токов без возникновения чётко фиксируемой реакции у самого человека, участвовавшего в опытах.

Поскольку появление той или иной реакции (за исключением фибрилляции) определяется субъективным ощущением человека, участвовавшего в опытах, установление градации пороговых реакций и точность оценки пороговых токов зависит от его психологической подготовленности к подобным опытам. Для этого он должен представить себе, как реагирует его организм на протекание через него тех или иных значений токов. Это возможно только в том случае, если у человека, участвовавшего в опытах, исчезает страх перед опасностью от протекания через него «невидимого» для него электрического тока в пределах до значений неотпускающего тока.

Для выявления границ между пороговым отпускающим и неотпускающим током и другими пороговыми реакциями с предварительной подготовкой испытуемого и без неё нами были проведены экспериментальные исследования на достаточно большом количестве людей

(более 80 человек), добровольно изъявивших желание участвовать в опытах.

Методика экспериментальных исследований пороговых токов и соответствующих им напряжений предусматривает получение оценок пороговых токов плавным повышением напряжения от нуля до уровня, отвечающего наступлению определённых пороговых реакций. При этом с увеличением напряжения возрастает значение тока через организм человека, которое до определённых пределов не вызывает ответных реакций организма, то есть ток до определённых его значений не ощущается человеком.

В начале экспериментальных исследований опыты проводились однократно, без особой подготовки участников эксперимента к проведению опытов. При этом реально возможна оценка только двух реакций организма на электрический ток – начало ощущения протекание тока через организм и неотпускающие значения токов. Соответственно были получены размахи варьирования порогового неотпускающего тока не менее тех значений, которые указаны в [1-6]. Было много случаев, когда испытуемый ещё до подачи напряжения на зажимы измерительной цепи докладывал о наличии тока через себя. Порой испытуемые от страха потели. В том числе автор настоящей работы сам до начала массового проведения опытов из-за боязни мог допустить протекание тока промышленной частоты через себя не более 2,5-3 мА, не доводя до значений неотпускающего тока.

Затем опыты проводились с предварительной подготовкой людей, участвующих в экспериментах путём многократной демонстрации опытов автором на самом себе, а также контрольными измерениями на самих участниках эксперимента. Оказалось, что испытуемый, впервые участвующий в подобных опытах, не только боится, но чётко не различает появление той или иной пороговой реакции. После предварительной подготовки к опытам у него в определённой мере исчезает страх, появляется чёткость в появлении и фиксации отдельных пороговых реакций, что позволяет довести опыт до надлежащих пороговых реакций, вследствие чего возрастает точность фиксации пороговых токов.

По мере увеличения напряжения на электродах (после его подачи, путь тока «рука-рука») появляются первые ощущения прохождения тока через организм в виде покалывания и мягкого зуда в местах прикосновения к электродам. В дальнейшем воздействие тока распространяется по всей руке, переходя к кисти. Ощущение покалывания и зуда усиливается. Начинаются болевые ощущения и вибрации, действие тока охватывает предплечье руки и плечо. Далее пропорционально увеличению эклектического тока наступают вибрации и болевые ощущения, особенно в кистях рук. Затем наступает момент, когда происходит самопроизвольное разжимание пальцев рук и своеобразное чувство отталкивания от электродов. Человек прилагает достаточно большое усилие против разжимания пальцев для удержания электродов. Некоторое увлечение тока приводит к ослаблению разжимающего эффекта, что совпадает с моментом начала появления непроизвольного сокращения мышц. При этом человек не прикладывает собственных усилий для удержания электродов. Они удерживается в руках под действием силы тока.

С дальнейшим увлечением силы тока происходит усиление вибрации и сокращения мышц. При некотором значении тока человек не в состоянии оторваться от электродов с помощью собственной мускульной силы. Возникают большие механические усилия на кисти рук. Эти электромеханические силы с возрастанием тока усиливаются, вызывают явление по типу выкручивания рук в кистях и создают непереносимые болевые ощущения. Значение тока, вызывающее невыносимые электромеханические усилия, является предельной величиной тока, возможной при проведении опытов непосредственно на людях. Следует указать, что по механическим воздействиям электрического тока на организм человека возможно выдерживать ещё большее значение тока, чем пороговый неотпускающий ток. Однако чувство страха полностью не исчезает. Человек всегда опасается худших последствий, которые в настоящее время в определённой степени известны всем, за исключением детей.

Вышеизложенный механизм воздействия переменного электрического тока общепромышленной частоты на организм человека по своим основным признакам относятся к токам повышенной

частоты. Однако при переходе к повышенным частотам тока происходит ослабление вибрирующего действия и усиления электромеханических воздействий тока. Ослабление вибрации достаточно чётко ощущается уже при переходе от частоты 50 Гц к 100, 200, 400 Гц. Она постепенно переходит в тупую сковывающую боль и на уровне частоты 20 кГц практически исчезает. При предельных значениях тока, возможных по условиям эксперимента, резко проявляется электромеханическое усилие: руки, выворачиваясь, сгибаются и все тело притягивается к электродам. Создаётся ощущение, что некоторое увеличение тока может привести к перелому рук в кистях.

По данным [10] с увеличением частоты характер реакции организма на ток также изменяется. При высоких частотах уменьшаются болевые ощущения и судороги, и сильнее сказывается тепловое действие тока. Индивидуальные особенности организма в меньшей степени проявляются при тепловом действии тока, вследствие чего среднеквадратичное отклонение с ростом частоты [>5 кГц] уменьшается и при частоте 10 кГц почти в 1,7 раза меньше, чем в диапазоне частот до 5 кГц.

По результатам наших исследований [8, 11] стандартное отклонение пороговых токов с повышением частоты, также как пороговые токи возрастают прямо пропорционально частоте тока. Вместе с тем коэффициент вариации пороговых токов (за исключением порогового ощутимого тока) убывает пропорционально частоте тока. Можно предположить, что в работе [10] также имеют в виду снижение коэффициента вариации, а не стандартное отклонение, поскольку речь идёт, прежде всего, о результатах исследований Ч.Дальзиеля. В этом случае результаты наших исследований, в общем, совпадают.

Однако согласно особенностям физиологического воздействия электрического тока разной частоты на организм человека такая зависимость коэффициента вариации от частоты объясняется не усилением теплового воздействия тока с повышением частоты. Оно объясняется ослаблением вибрации и усилением электромеханического воздействие тока, что приводить к чёткому ощущению отдельных пороговых реакций и тем самым к повышению точности фиксации пороговых токов. Отсутствие вибрации при протекании тока через организм человека порогового ощутимого тока предопределяет независимость его коэффициента вариации от частоты. Тепловое воздействие электрического тока на организм человека с повышением частоты действительно происходить, но не так явно, чтобы по ним возможно было бы фиксировать определённые пороговые реакции организма и соответствующие им значение пороговых токов.

Установленный механизм воздействия электрического тока на организм человека, на основании неоднократного проведения опытов автором на самом себе и на достаточно представительном контингенте испытуемых, показывает, что пороговые отпускаюшие и неотпускающие токи имеют достаточно чёткие границы. Для этого оценка пороговых отпускающих токов должна производиться по выявленному в настоящих исследованиях эффекту "отталкивания" от электродов, а оценка пороговых неотпускающих токов – поначалу непроизвольного сокращения мышц, то есть когда начинается лёгкое прилипание пальцев к электродам. После начала проявления неотпускающего эффекта человек в состоянии выдерживать значения токов соответствующих нетерпимым болевым ощущениям. Оценка данной реакции организма производится по порогу предела переносимости, который вводится в дополнение к градациям, предложенным в [7]. Порог предела переносимости использовался раньше только для оценки реакции организма на постоянный ток [12]. Определение порогового отпускающего тока по эффекту «отталкивания» и введение порогового тока предела переносимости в градации реакций организма на переменный ток как последней стадии перед током фибриляции сужает границы порогового неотпускающего тока. Вместе с этим порог предела переносимости может служить мерой сравнения физиологических реакций организма на переменный и постоянный ток.

Таким образом, наиболее чётко различимые человеком пороговые токи являются: пороговый ощутимый - отпускающий – неотпускающий - пороговый ток предела переносимости. Предложенная в новой формулировке с условием оценок границ градация пороговых реакций и соответствующих им пороговых токов наиболее объективно отражает физическую и

физиологическую сущность воздействия переменного тока на организм человека [11].

Сравнительный анализ результатов исследований, приведённых в [4, 5, 6, 7,10 , 12] показывает, что практически во всех этих исследованиях оценивались предельные значения тока, то есть по нашей градации - пороговые токи предела переносимости. В результате получены очень высокие значения размаха варьирования пороговых токов. В работе [5] размах варьирования составляет 15 мА, в [6] в одном случае 20 мА и в другом - 25,5 мА. Такой размах варьирования авторами этих работ объясняется индивидуальной чувствительностью людей к электрическому току.

При таком размахе варьирования пороговых токов величина тока не может быть принята в качестве критерия электробезопасности, а нормирование безопасных значений токов в зависимости от частоты тока практически становится невозможным, поскольку ток в 1,1 мА якобы уже представляет опасность для человека. В связи с этим вопрос предварительной подготовки участников опытов к воздействию электрического тока в свете существующих воззрений приставляет особый интерес. Это важно с точки зрения как дополнения существующих представлений о воздействии электрического тока на организм человека, точности оценки пороговых токов, так и принципа подхода к выбору критерия электробезопасности и нормирования допустимых токов и напряжений прикосновения [9].

Экспериментальные исследования показали также, что большой диапазон варьирования пороговых токов зависит не от индивидуальной чувствительности людей к электрическому току [11], а от психологической подготовленности людей к подобным опытам и от градации пороговых реакций и соответствующих им токов.

Сведения о психологическом привыкании к воздействию электрического тока при экспериментальных исследованиях и, как следствие, возрастания точности оценки пороговых токов отмечается во многих исследованиях [1, 2, 5].

Предварительную подготовку испытуемых к воздействию электрического тока при экспериментальных исследованиях ни в коем случае нельзя понимать как мероприятия, способствующие снижению вероятности поражения электрическим током. Оно необходимо только лишь для чёткого различия отдельных пороговых реакций. Поражение электрическим током как таковое не зависит от психологической подготовки человека к электрическому току так же, как не зависит от человека получение ожогов разной степени или механических травм. Что касается "фактора внимания", которому очень большое внимание уделяется в [5], то он, на ваш взгляд, влияет на исход поражения электрическим током двояким образом. Во-первых, человек, понимающий пагубное последствие воздействия электрического тока на организм, относительно осторожно обращается с элементами электро- или технологической установки, могущими оказаться под напряжением. Тем самым он уменьшает вероятность попадания под напряжение. Во-вторых, на наш взгляд, нельзя не согласиться с мнением С.Г. Айело [13], придающего большое значение страху. Он подчёркивает, что в некоторых случаях смертельный исход, приписываемый действию электрического тока, был вызван исключительно страхом.

Правомерность экспериментального исследования пороговых токов при предварительной психологической подготовке людей к экспериментам подтверждается ещё и тем, что возникновение объективных ответных реакций при протекании электрического тока через организм совершенно не зависит от воли и желания человека.

Таким образом, "привыкание" к электрическому току при экспериментальных исследованиях наряду с фиксацией естественных физиологических реакций на ток повышает точность, а, следовательно, достоверность полученных пороговых токов и напряжений и совершенно не играет никакой роли при случайном прикосновении к токоведущим частям электроустановок, когда значение тока через тело человека превышает пороговый отпускающий ток. Индивидуальная чувствительность людей к воздействию электрического тока не подтверждается. Она объективно существует по напряжению из-за различия в сопротивления разных лиц [14], а по току обусловлена различием в чувстве страха разных лиц возникающего от протекания по ним тока.

Библиографический список:

1. Пресс С. А. Электрические установки. М, - Л.: Гострудиздат, -М, 1930. 392 с.

2. Петров И. Р. О влиянии на организм электрического тока. //Электртравматизм и борьба с ним Л.: ЛИОТ 1936. – Л, С.11-58.

3. Вигдорчик Н. А. Электропатология. Ленинградский ин-т гигиены труда и профзаболеваний. Л.: 1940. 312 с.

4. Королькова В. И. Электробезопасность на промышленных предприятиях. М.: Машиностроение- М, 1970. 520 с.

5. Манойлов, В .Е. Основы электробезопасности. - 3-е изд., перераб. и доп. Л.: Энергия – Л, 1976. 344 с.

6. Электробезопасность в горнодобывающей промышленности / Л.В. Гладилин, [и др]. М.: Недра, 1977, 327 с.

7. Киселёв А. П. Пороговые значения безопасного тока промышленной частоты // Вопросы безопасности труда на железнодорожном транспорте. Труды МИИТа. 1963. Вып. 171. С.47-58.

8. Додхудоев М. Д., Вохидов М. М. Количественные характеристики пороговых токов различной частоты // Безопасность жизнедеятельности в третьем тысячелетии. Сб. матер. VI-й Междун. научн.- практ. конф. 7-9 Октября 2015 г. Челябинск, 2015, Т.1. С .74-79.

9. Додхудоев М. Д., Сидоров А. И. Принципы и методы нормирования и нормы предельно допустимых уровней напряжения прикосновения и токов промышленных и повышенных частот //Электробезопасность, ежеквартальный теоретический и научно-практический журнал ЮУрГУ. 2016, № 4. С. 53-62

10. Хлебников, В. Н. О первичных критериях электробезопасности // Вопросы безопасности труда на железнодорожном транспорте. Труды МИИТа. 1969. Вып. 313. С. 95-113.

11. Щуцкий, В. И.. Додхудоев М. Экспериментальная оценка пороговых токов и напряжений промышленной частоты и повышенных частот //Изв. АН Тадж. ССР. Отделение физико-математических, химических и геологических наук, 1985, № 4. С. 56-61.

12. Пахомов А. Ф. Пороги чувствительности и переносимости электрическому току в условиях нормального и повышенного давления воздуха//Вопросы электропатлогии и электротравматизма. Сб. науч. тр. /АН Кирг. ССР. Фрунзе, 1961, Вып. 2. С. 29-34.

13. Шмерлинг С. Г. Вопросы электробезопасности на VII Международном конгрессе по промтравматизму и профзаболеваниям // Электротравматизм и борьба с ним. Сб. матер. науч. конф. по промтравм. и профзаб. Л.: ЛИОТ, 1936. С. 59-83.

14. Додхудоев М. Физико-химическая природа электрического сопротивления человека // Вестник ТТУ, 2018, № 2 (42). С. 10-16

Работа выполнена в Таджикском техническом университете.

ТАЪСИРИ ТАЙЁР НАМУДАНИ ВАЗЪИ РӮҲИИ ИНСОН БА ГУЗАРОНИДАНИ ТАҶРИБА ВА АНИҚИИ ТАДРИҶИИ САРШАВИИ ТААССУР

М.Д. Додхудоев

Дар мақола таассури физиологии бадани одам дар мавриди аз ӯ гузаштани ҷараёни тағйирёбанда ва аниқии тадричии саршавии таассур дида баромада шудааст. Қайд карда шудааст, ки баланд бардоштани аниқии тадричии саршавии таассурро фақат дар натиҷаи тайёр намудани вазъи рӯҳии инсон ба таҷрибагузаронӣ ба даст овардан мумкин аст.

Калимаҳои калидӣ: саршавии таассур, ҷараёни ибтидоӣ, ҷараёни ҳисшаванда, ҷараёни сардиҳанда, ҷараёни сарнадиҳанда, ҷараёни тоқатнопазир.

ABOUT INFLUENCE OF PSYCHO - LOGICAL READINESS THE PERSON TO CARRYING OUT EXPERIENCES ON ACCURACY GRADATION OF THRESHOLD REACTIONS

M.D. Dodhudoyev

The article physiological reaction of a human body to course through it variable electric current and accuracy of assessment of threshold reactions is considered. It is noted that, perhaps to reach increase in accuracy of assessment of threshold currents only preliminary psychological training of the person for experiments.

Key words: threshold reaction, threshold current, the notable current which is releasing the current which is not releasing up current, acceptability limit current

Сведения об авторе: Додхудоев Мамадризо Додхудоевич – к.т.н., доцент каф. «Электроснабжение», ТТУ им. акад. М. Осими. Контактный телефон: + 992 939 444 518. E-mail: rizo-1917@mail.ru.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЧЕТЫРЕХЗОННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ В РЕЖИМЕ РЕКУПЕРАТИВНОГО ТОРМОЖЕНИЯ

Джаборов М.М.
ТТУ имени академика М.С. Осими

Составлен алгоритм управления тиристорами для однофазного четырехзонного преобразователя с лестничной структурой в рекуперативном режиме, проведено исследование предлагаемого преобразователя. Проверка корректности алгоритмов управления тиристорами выполнена с помощью компьютерной модели в среде MAT-LAB/Simulink.

Ключевые слова: *лестничная структура, зонный выпрямитель, рекуперативное торможение, угол коммутации, Simulink.*

Ведение.Повышение энергетических показателей мощных однофазных преобразователей является актуальной задачей, поскольку суммарное годовое потребление электроэнергии на этих электрооборудованиях составляет порядка 20% [1-5].

Для таких мощных потребителей целесообразно применять режим рекуперативного торможения, во время которого часть энергии возвращается обратно в сеть.

Зонно-фазовые выпрямительно-инверторные преобразователи на базе тиристоров являются одними из широко принимаемых мощных однофазных преобразователей в качестве системы управления в силовой части [1-5].

Один из самых серьезных вопросов, свойственных режиму рекуперативного торможения, зонно-фазовые выпрямительно-инверторные преобразователи, работающие на переменном токе, связан с неоправданно низким значением коэффициента мощности выпрямительно-инверторных преобразователей в этом режиме и, соответственно, низким значением КПД.

Постановка задачи

В работах [2-4] исследованы режимы работы выпрямительно-инверторных преобразователей мостового типа и показано, что основная причина низких значений энергетических показателей этих преобразователей связана с особенностями коммутационных процессов. Образование вложенных контуров коммутации увеличивает продолжительность процесса коммутации практически вдвое. Это не только искажает форму питающего напряжения, но и увеличивает энергетический сдвиг между основной гармоникой тока и напряжения. Авторами предложен рациональный вариант схемного решения четырехзонного выпрямительно-инверторного преобразователя лестничного типа [3-5], который позволяет сократить продолжительность коммутации за счет разнесения контуров коммутации. Предложенное устройство было исследовано в тяговом режиме.

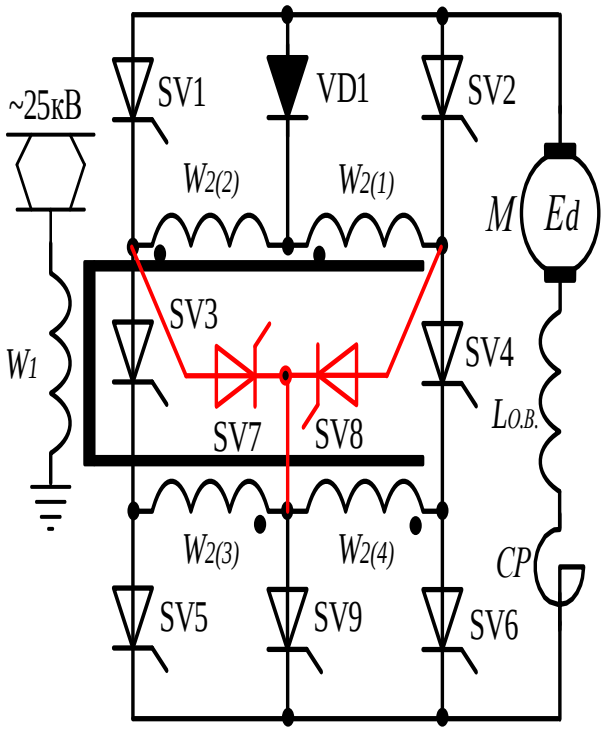
Следующим шагом, направленным в сторону повышения энергетических показателей, явилась проработка рациональных алгоритмов управления тиристорами четырехзонного преобразователя лестничного типа (рисунок 1), обеспечивающих режим рекуперативного торможения.

Предложенный вариант алгоритма управления тиристорами для осуществления рекуперативного торможения составлен таким образом, чтобы обеспечить фазовое регулирование величины выпрямленного напряжения на разных зонах, используя для этого одни и те же тиристоры. Фазовое регулирование напряжения в I, III и IV зонах осуществляется только при помощи тиристоров SV7 и SV8, что упрощает систему управления и дополнительно увеличивает надежность выпрямительно-инверторного преобразователя в целом.

Для зонно-фазового преобразователя величина средневыпрямленного напряжения на холостом ходу ($U_{cp.}$) при непрерывным токе и α_p<90^0 определяется как

$$U_{cp.} = U_d^A + U_d^\Phi = U_{d0} + U_{d0} \cdot \cos\alpha \qquad (1)$$

где U_d^A - напряжение при амплитудном регулировании преобразователя; U_d^Φ - напряжение при фазовом регулировании преобразователя.



Зона	Фаза	SV1	SV2	SV3	SV4	SV5	SV6	SV7	SV8	SV9
1-Зона	+								●	○
	−							●		○
2-Зона	+					○			○	●
	−						○	○		●
3-Зона	+				○	○			●	
	−			○			○	●		
4-Зона	+	○			○	○			●	
	−		○	○			○	●		

○ - открытый тиристор т. е. α=0

● - регулируемый тиристор т.е. α≠0

а б

Рис унок 1 – Схема лестничного однофазного зонно-фазового преобразователя – а и алгоритм управления тиристорами для рекуперативного торможения – б

Так как электродвигатель создает собственную противо-ЭДС, которая, являясь отрицательной, запирает тиристоры зонно-фазового выпрямителя, то необходим противоположно соединенный вентильный комплект инверторной части преобразователя. Для него полярность противо-ЭДС электродвигателя совпадает с выходным напряжением преобразователя. При этом на участке $90^0<\alpha_p<180^0$ ток определяется выражением

$$I_d = \frac{E_{Э.Д.С} - U_{ср.}}{R_н} \qquad (2)$$

то есть ток протекает под действием противо-ЭДС электродвигателя, преодолевая $U_{ср.}$ преобразователя.

Таким образом, тиристоры остаются открытыми, так как ток в них течет в проводящем направлении, а энергия передается от электродвигателя в сеть.

Условия, при которых реализуется эффективный режим рекуперации, следующие:

- в цепи электродвигателя должна быть большая индуктивность;
- противо-ЭДС электродвигателя должна быть направлена согласно с направлением напряжения на выходе преобразователя.

Предварительная оценка ожидаемых результатов проводилась с помощью пакета программ MATLAB/Simulink. Для этого составлен комплекс моделей для исследования электромагнитных процессов, в том числе силовая часть зонно-фазового выпрямительно-инверторного преобразователя с лестничной структурой, работающего в режиме рекуперации с первой по четвертую зону регулирования.

Как видно из рисунка 2, модель содержит трансформатор, четырехзонный выпрямительно-инверторный преобразователь, сглаживающий реактор, источник напряжения постоянного тока, моделирующий противо-ЭДС двигателя, а так же источники сигналов для управления тиристорами.

Результаты моделирования рекуперативного торможения представлены на рисунке 3.

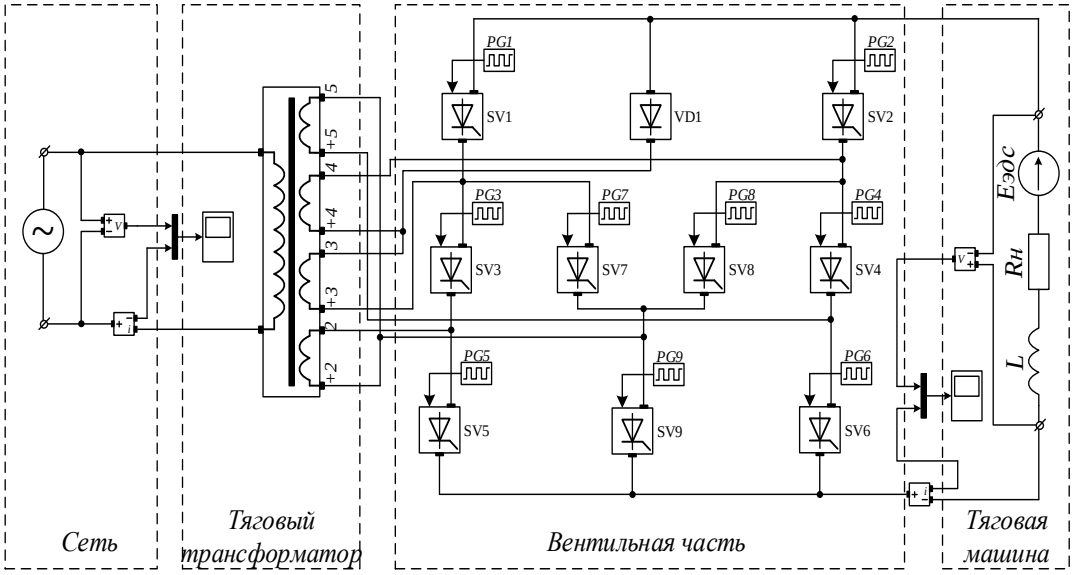


Рисунок 2 – Модель силовой части четырехзонного преобразователя лестничного типа в среде Simulink

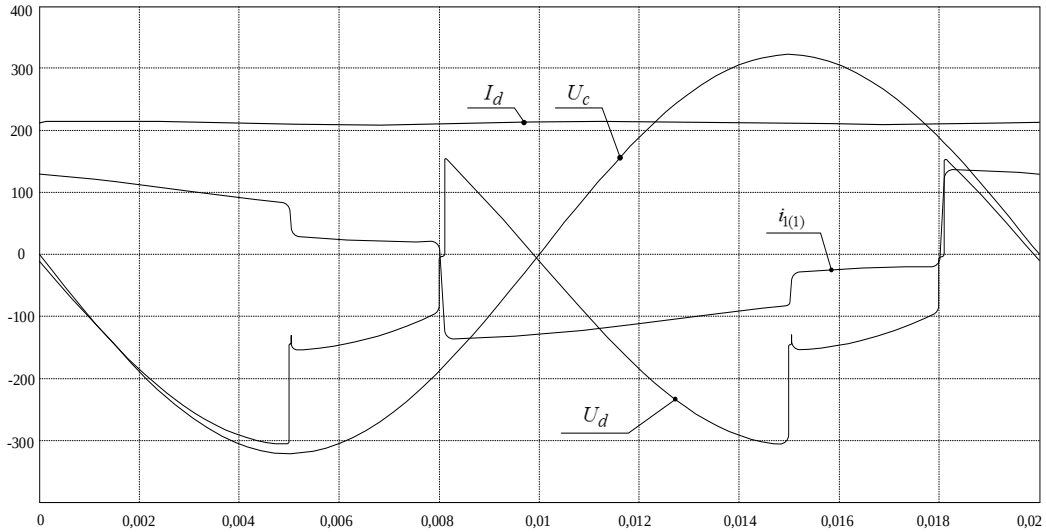


Рисунок 3 – Осциллограммы токов и напряжений выпрямительно-инверторного преобразователя в режиме рекуперативного торможения на второй зоне регулирования: I_d *- ток двигателя,* U_d *- напряжение ВИП,* U_c *- напряжения сети,* $i_{1(1)}$ *- ток сети.*

Заключение

В ходе работы получены результаты моделирования, анализ которых позволяет сделать вывод о том, что предлагаемый однофазный четырехзонный выпрямительно-инверторный преобразователь с лестничной структурой обеспечивает:

– повышение энергетических показателей рекуперативного торможения (генерация дополнительной активной мощности в сеть порядка 10 %);

– снижение на 15 % реактивной мощности, потребляемой электродвигателем в режиме рекуперативного торможения;

– управляемое электрическое торможение.

Литература:

1.Южаков Б. Г.. Электрический привод и преобразователи подвижного состава: Учебник для техникумов и колледжей ж-д транспорта. – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2007. – 389 с.

2. Мятеж С. В. Щуров Н. И. Джаборов М. М.. Совершенствование зонных выпрямителей / С.В. Мятеж, Н.И. Щуров, М.М. Джаборов // Известия высших учебных

заведений. Электромеханика. – 2012. - №6. - С 40 – 45.

3. Джаборов М. М., Мятеж С. В., Волкова О. Л..«Исследование коммутационных процессов и определение коэффициента мощности четырехзонных преобразователей в среде matlab/simulink». Сборник научных трудов НГТУ. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2013. №2 (72). С. 121 – 129.

4. Джаборов М. М.. Мятеж С. В. Щуров Н. И. Совершенствование четырехзонного выпрямителя с лестничной структурой для электровозов переменного тока / М.М. Джаборов, Н.И. Щуров, С.В. Мятеж // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. – 2013. - №6. - С 73 – 77.

5. Евдокимов С. А., Мятеж С. В., Зотова Е. В., Волкова О. Л., Степанов А. А. Крышков В. Ю. Исследование зонного выпрямителя // Сбор.науч. труд. НГТУ. – 2011. - № 1 (63). – С. 105 – 112.

ТАДҚИҚОТИ ТАБДИЛДИҲАНДАИ ЧАҲОРЗОНАГӢ ДАР РЕҶАИ РЕКУПЕРАТИВӢ

М.М. Ҷаборов

Алгоритми идоракунии тиристорҳо дар табдилдиҳандаи чаҳорзонагии якфазагӣ дар реҷаи рекуперативӣ тартиб дода шудааст. Тадқиқоти табдилдиҳандаи пешниҳодгардида оварда шудааст. Дурустии алгоритми пешниҳодгардидаи идоракунии тиристорҳоро бо ёрии модели математикӣ дар барномаи MATLAB/Simulink санҷида шудааст.

Калимаҳои калидӣ: структураи зинагӣ, росткунаки зонагӣ, боздории рекуперативӣ, кунҷи комутатсия, Simulink.

RESEARCH OF THE FOUR-ZONAL CONVERTER IN THE MODE OF RECUPERATIVE BRAKING

M.M. Jaborov

Compiled thyristor control algorithm for single-phase four-zone converter with stair structure in recuperative mode, a study of the proposed converter. Verification of thyristor control algorithms performed using a computer model in the MATLAB / Simulink environment.

Key words: ladder structure, zone rectifier, regenerative braking, switching angle, Simulink.

Сведение об авторе:

Джаборов Мехрубон Махмадкулович – к.т.н., ст. преподаватель, заведующий кафедрой «Автоматизированный электропривод и электрические машины», Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, e-mail: mehrubon_v10@mail.ru.

УДК 621.311

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ТАДЖИКИСТАНА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ

Х.Б. Назиров

Филиал национального исследовательского университета “МЭИ” в г. Душанбе.

В статье рассматривается моделирование участка электроэнергетической сети Республики Таджикистан напряжением 10-500кВ для исследования установившегося отклонения напряжения на базе программного комплекса RastrWin 3. Результаты моделирования сравниваются с результатом инструментальной оценки отклонения напряжения в соответствии ГОСТ 32144-2013 и сопоставляются с реальными значениями, которые получены согласно показаниям контрольно-измерительных приборов подстанции. Оценивается адекватность разработанной модели для исследования медленных изменений напряжения в узлах рассматриваемого объекта.

***Ключевые слова**: Моделирование, RastrWin-3, электроэнергетическая система, качество электроэнергии, медленное изменение напряжения, результаты инструментальной оценки, показание контрольно-измерительных приборов.*

Введение.Номинальное напряжение в узлах является одним из основных технико-экономических показателей работы электрической сети, которая не всегда совпадает с нормативными требованиями. Отличие действующго значения от номинального характеризует медленное и быстрое изменение напряжения.

Согласно требованиям ГОСТ 32144-2013 медленное изменение это (как правило, продолжительностью более 1 мин)

обусловлено обычно изменениями нагрузки электрической сети. Показателями КЭ, относящимися к медленным изменениям напряжения электропитания, являются отрицательное $\delta U_{(-)}$ и положительное $\delta U_{(+)}$ отклонения напряжения электропитания в точке передачи электрической энергии от номинального согласованного значения, %.

$$\delta U_{(-)} = [\frac{(U_0 - U_{m(-)})}{U_0}] \cdot 100 \quad (1)$$

$$\delta U_{(+)} = [\frac{(U_{m(+)} - U_0)}{U_0}] \cdot 100 \quad (2)$$

$\delta U_{(-)}$, $\delta U_{(+)}$-значения напряжения электропитания, меньшие U_0 и большие U_0 соответственно, усреднённые в интервале 10 мин.

Для анализа качества напряжения разрабатывается математическая модель электроэнергетической системы Таджикистана.

Моделирование.Моделируется участок электрической системы Таджикистана, где производился инструментальный контроль показателей качества электроэнергии и синхронно в процессе эксперимента осуществлялся сбор дополнительной информации по параметрам системы и параметрам режимов рассматриваемой сети.

Системообразующая часть ЭЭС Таджикистана представлена на рис. 1. с указанием мест установки специализированных средств измерения ПКЭ. На основе этой схемы разработана математическая модель системы для расчета показателей КЭ по медленному изменению напряжения.

Для оценки достоверности разработанной модели производится сравнение результатов расчета показателей качества электроэнергии предложенной модели с результатами измерений.

При использовании [1, 2, 3,] математической модели отдельных элементов (генератор, трансформатор, линия электропередачи, реактор, нагрузка) формируется математическая модель исследуемого объекта для оценки установившегося отклонения напряжения.

Математическая модель (см. рис. 2) подготовлена для расчета установившегося режима (УР) в программном комплексе *RastrWin*. Все основные и промежуточные узлы пронумерованы. В качестве базисного и балансирующего узла выбирается узел под номером 20 - Нурекская ГЭС. Пример моделей ВЛЭП и автотрансформатора в RastrWin представлен на рис. 1,2. Перечень узлов разрабатываемой модели представлен в таблице 1.

Таблица 1

Перечень узлов, включенных в математическую модель ЭЭСТ.

№ Узла	Идентификационная информация узла	Номинальное напряжение узла	Тип узла в среде RASTRWIN
20	Шины ВН ОРУ Нурекской ГЭС	500кВ	Базисный
21	Шины ВН ОРУ ПС Регар 500	500кВ	Нагрузочный
22	Шины ВН ОРУ ПС Душанбе 500	500кВ	Нагрузочный
10	Шины СН ОРУ Нурекской ГЭС	220кВ	Нагрузочный
11	Шины СН ОРУ ПС Регар 500	220кВ	Нагрузочный
12	Шины СН ОРУ ПС Душанбе 500	220кВ	Нагрузочный
13	Шины ВН ОРУ ПС Новая 220	220кВ	Нагрузочный

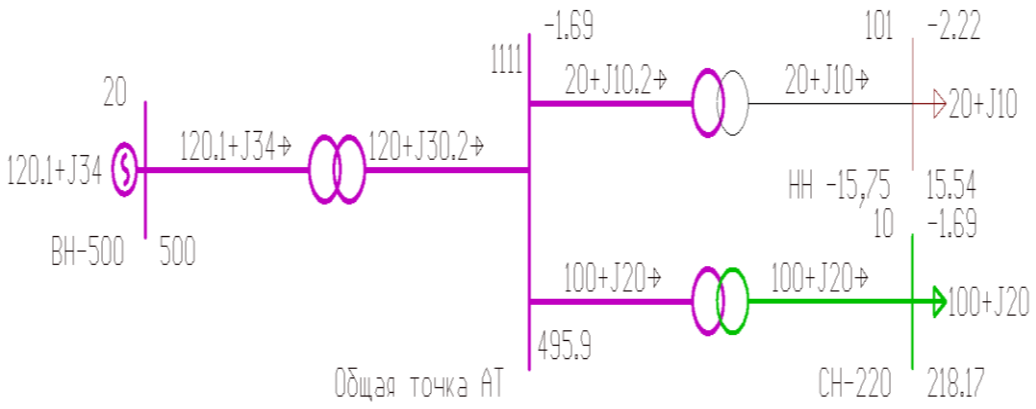


Рис.1. Математическая модель автотрансформатора 500/220/15,75кВ ПС «Нурек-500» в программном комплексе RastrWin3.

Для оценки уровня отклонения напряжения в узлах ЭЭСТ необходимо произвести расчет УР в режимах наибольшей и наименьшей нагрузок. Схема модели приведена на рис.1.

Расчет УР ЭЭСТ выполняется с помощью программы Rastrwin [6,7]. В данной программе расчет режима производится методом Ньютона со стартовым алгоритмом метода Зейделя (для оценки начального приближения) [6,7]. Сущность такого подхода заключается в том, что метод Зейделя медленно сходится по сравнению с методом Ньютона, но не чувствителен к начальным приближениям. Метод Ньютона быстро сходится, однако он чувствителен к начальным приближениям [1,2,6,7,10].

Программа Rastrwin предназначена для решения следующих основных задач, которые подробно рассмотрены в [6,7];

Исходные данные для модели. Основными источниками информации о режимах работы рассматриваемой сети были результаты, полученные в ходе инструментального обследования и представленные эксплуатирующей организацией ОАХК «Барки Точик». К ним относятся:

1.Суточные графики по активной, реактивной и полной мощностям нагрузок всех узлов, (к которым присоединены трансформаторы, отходящие и питающие линии, компенсирующие устройства и генераторы).

2.Текущая принципиальная однолинейная схема, включающая состояние коммутационных аппаратов (разъединителей, выключателей, отделителей, короткозамыкателей);

3.Информация о параметрах (активном, реактивном сопротивлениях, проводимости), оборудовании (трансформаторах, ЛЭП, генераторах, реакторах).

4.Характер нагрузки потребителей (коммунально-бытовые, промышленные, сельское хозяйство, электрифицированный транспорт);

5.График действующих значений напряжения в узлах с учетом положения РПН трансформаторов или автотрансформаторов;

В качестве примера для сравнения результатов измерений с результатами моделирования выбирается ПС «Новая» [4,5,8,], которая является центром питания для административных и промышленных потребителей, расположенных в центре столицы-Душанбе [4,5,8]. К ней подключены восприимчивые к отклонениям напряжения потребители. Часы суточного максимума и минимума нагрузки определены по графику нагрузки подстанций, приведенных на рис. 3, 4 и 5. Основными передающими линиями сети 500 кВ являются ЛЭП 505 и 506, от которых питаются все остальные подстанции («Новая», «Регар», «Душанбе»).

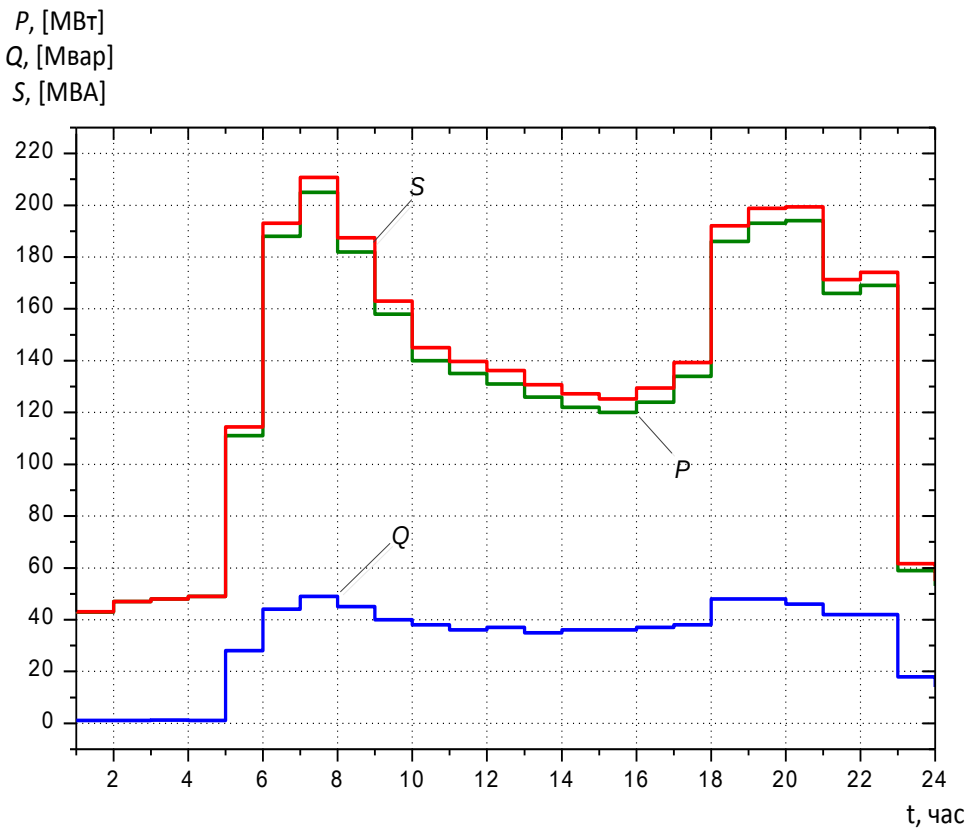


Рис. 2. Суммарный график нагрузки на вводе трансформаторов АТ-1, АТ-2 ПС «Новая» 220/110/10 кВ.

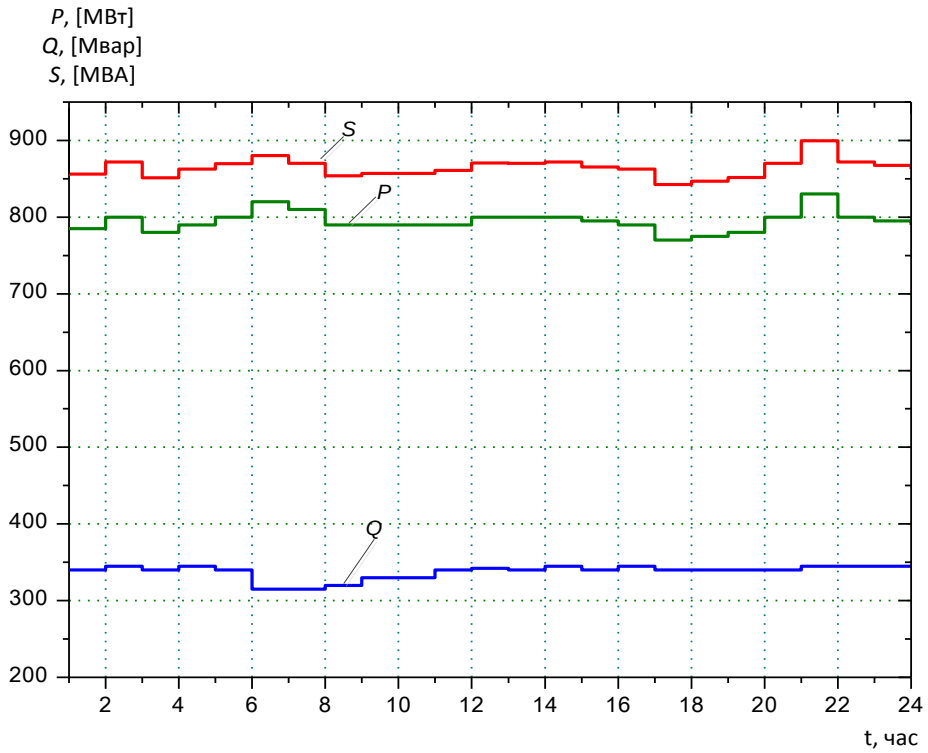


Рис. 3. Суммарный график нагрузки на вводе трансформаторов АТ-2, АТ-3. ПС «Регар» 500/220/10 кВ.

Таким образом, режим наибольшей нагрузки приходится на 6-8 часов утра и наименьшей нагрузки на 1-5 часов ночи. В качестве расчетного дня выбран 06.04.2018г., по которому приняты исходные данные по нагрузкам для узлов модели и проведены измерения на ПС «Новая» [9].

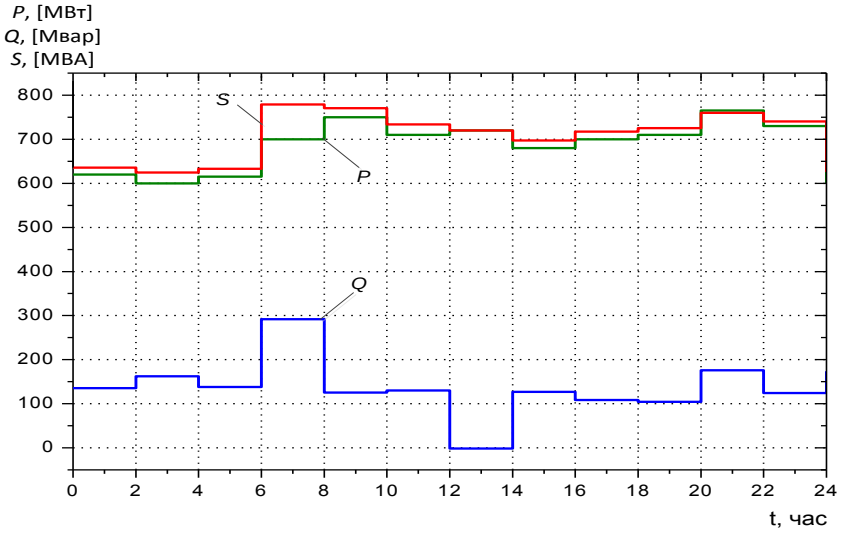


Рис. 4. Суммарный график нагрузки отходящих ЛЭП-500 кВ 505,506 «Нурекской» ГЭС

Результаты расчета УР приведены в таблицах 2-5.

Как уже отмечалось выше, в течение двух недель производились измерения показателей КЭ [4,5,6,7] в характерных точках электроэнергетической системы Таджикистана. Также были синхронно собраны дополнительные данные о режимах работы узлов системы электроснабжения [9,10].

Алгоритм оценки достоверности математической модели ЭЭСТ для анализа КЭ по отклонению напряжения приводится на рис. 5.

Как видно (см.рис.6), результаты расчета установившегося режима сопоставлены с показаниями приборов, установленных в узлах 13, 30, 307, 306 ПС «Новая» 220 кВ. Алгоритм моделирования для оценки отклонения напряжения приводится на рис 5.

В качестве СИ ПКЭ использовался ЭРИС КЭ 02, Ресурс UF-2M и FLUKE-1735, который предназначен для измерения показателей качества электроэнергии и вспомогательных параметров.

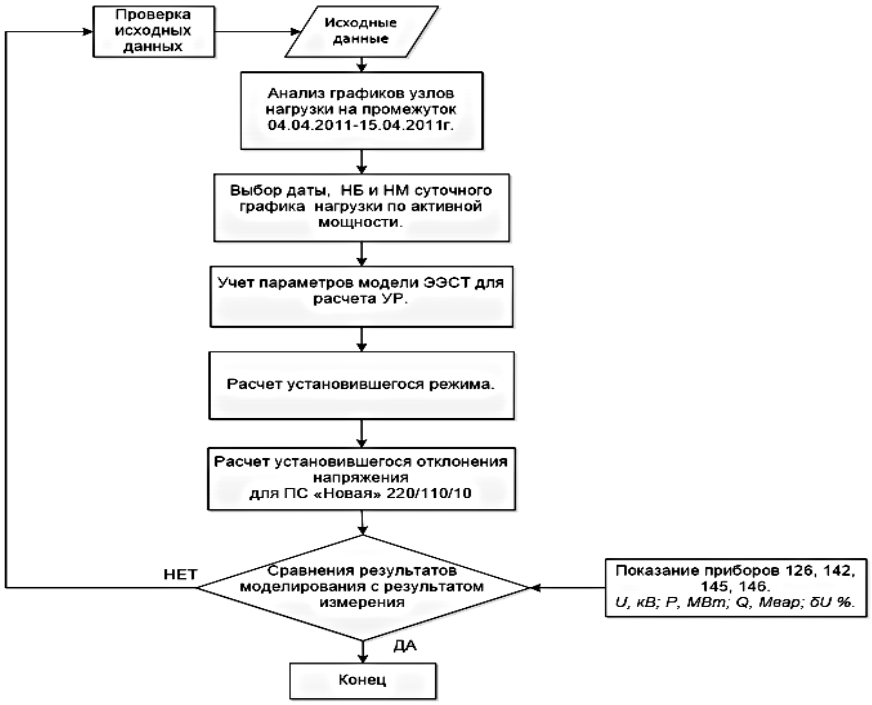


Рис. 5. Алгоритм моделирования ЭССТ для оценки отклонения напряжения.

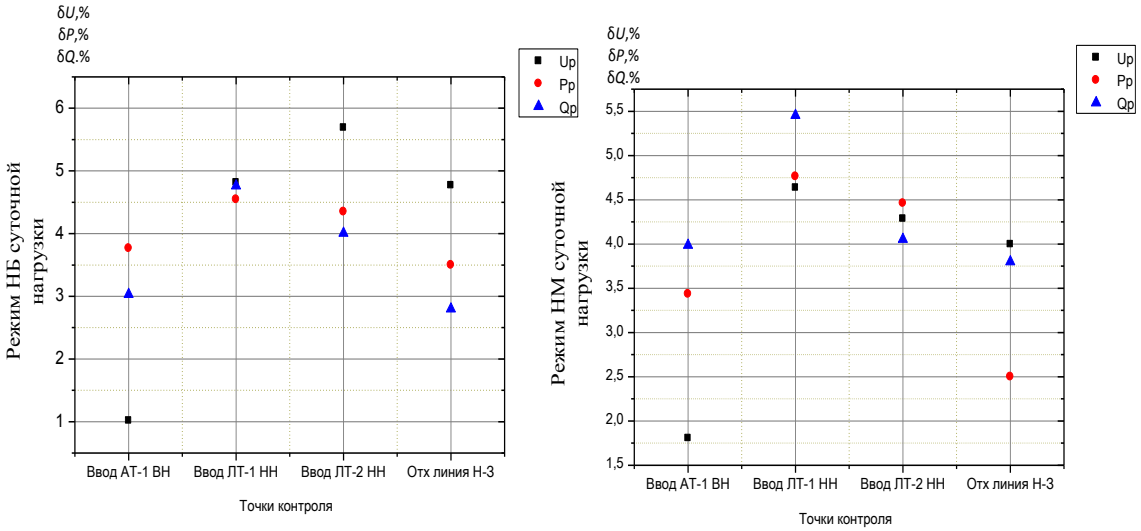


Рис. 6. График погрешности напряжения и мощности разработанной модели.

К вспомогательным параметрам относятся получасовые графики измерения активных и реактивных мощностей с учетом и без учета мощности искажения.

Погрешности определяются по выражению:

$$\delta П_{xi} = \frac{|X_n - X_m|}{X_n} \cdot 100\% \quad (3)$$

Где: X_n, X_m это переменные параметры сравнения величин; в данном случае это [P, Q, U] *i*-го узла.

Результаты расчета показывают, что параметры расчета и параметры измерений совпадают с учетом некоторых погрешностей, из которых минимальными являются $\delta П_{\%\min} = 1{,}01\%$, $\delta П_{\%\max} = 5{,}68\%$ - эти погрешности связаны с разными классами точности контрольно - измерительных приборов, которые установлены в системе измерения во вторичных цепях трансформаторов тока и напряжения, и другие.

Таблица 2

Расчетное напряжение и отклонение напряжения по результатам расчета режима для ПС «Нурек»

Дата	Время	Uвн	Uсн	Uнн	δUу,вн	δUу,сн	δUу,нн
06.04.2011г	t, ч	кВ	кВ	кВ	%	%	%
	1	520	238,16	10.3	3,8	7,6	2,9
	7	520	235,17	10,18	3,8	6,4	1,7

Таблица 3

Расчетное напряжение и отклонение напряжения по результатам расчета режима для ПС «Душанбе»

Дата	Время	Uвн	Uсн	Uнн	δUу,вн	δUу,сн	δUу,нн
06.04.2011	t, ч	кВ	кВ	кВ	%	%	%
	1	507,94	214,1	35,13	1,5	-2,7	0,37
	7	495,47	212,99	33,12	-0,9	-3,2	-5,6

Таблица 4

Расчетное напряжение и отклонение напряжения по результатам расчета режима для ПС «Регар»

Дата	Время	Uвн	Uсн	Uнн	δUу,вн	δUу,сн	δUу,нн
06.04.2011	t, ч	кВ	кВ	кВ	%	%	%
	1	508,38	225,2	9,86	1,6484	2,3091	-1,41988
	7	500,93	224,09	9,68	0,1857	1,8252	-3,30579

Таблица 5

Расчетное напряжение и отклонение напряжения по результатам расчета режима для ПС «Новая»

Дата	Время	Uвн	Uсн	Uсн	Uнн	Uнн	δUу,вн	δUу,сн	δUу,сн	δUу,нн	δUу,нн
06.04.2011г	t, ч	кВ	кВ	кВ	кВ	кВ	%	%	%	%	%
	1	215	120	120	10,3	10,3	-4,4	8,3	8,3	2,8	2,7
	7	211	116	116	9,8	9,8	-7,8	4,9	5,1	-2,0	-1,5

Выводы

1.Разработана математическая модель системообразующей части электроэнергетической системы Таджикистана для расчета УР основной частоты.

2.Проведена оценка погрешности разработанных моделей путем сравнения результатов измерения ПКЭ с результатами моделирования.

3.Разработанные математические модели подобны реальному объекту и могут применяться для дальнейших исследований, так как погрешность полученных результатов моделирования составляет не более 10% от результатов измерений.

Литература:

1.Расчеты на ЭВМ нормальных и предельных по мощности устоновишихся режимов сложних энергосистем. Шелухина Т.И. / Под ред. А.А. Гремякова-М.:Моск.энерг. ин-т, 1989.-50 с.

2.Математическое описание элементов электрической системы. Зуев Э.Н., Строев В.А.-М.: МЭИ, 1983-68 с.

3.Справочник по проектированию электрических сетей / под ред. Д.Л. Файбисоевича. – 3-е изд., перераб. и доп.-м.: ЭНАС, 2009. -392с.: ил.

4.Шаров, Ю.В. Современное состояние электрических сетей Республики Таджикистан по качеству электрической энергии / Шаров Ю.В., Тульский В.Н., Карташев И.И., Назиров Х.Б., Тошев Д.Ш. // Вестник Таджикского технического университета. 2012. № 4. С. 39.

5.Тульский, В.Н. Современное состояние и перспективы обеспечения качества электроэнергии в электрических сетях открытой акционерной холдинговой компании "Барки Точик" / Тульский В.Н., Назиров Х.Б., Джураев Ш.Д., Иноятов Б.Д. // Вестник Московского энергетического института. 2018. № 1. С. 34-40.

6.Назиров, Х.Б. Разработка системы управления качеством электрической энергии в электрических сетях. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Национальный исследовательский университет МЭИ. Москва, 2012.

7.Назиров Х.Б. Разработка системы управления качеством электрической энергии в электрических сетях. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Национальный исследовательский университет МЭИ. Москва, 2012.

8.Тульский, В.Н. Исследования влияния регулирования напряжения на потребление и потери электроэнергии в распределительных СЕТЯХ 10-0,4 кВ / Тульский В.Н., Назиров Х. // Вестник Таджикского технического университета. 2012. № 3 (19). С. 57-61.

9.Абдулкеримов, С.А. Экспериментальное исследование, анализ и оценка показателей качества электроэнергии в электрической сети 0,4кВ образовательного учреждения / С.А. Абдулкеримов, Х.Б. Назиров, М.М. Камолов, А.С. Амирхонов, З.С. Ганиев // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. 2018. Т. 1. № 3 (43). С. 16-20.

10. Камолов, М.М. Оценка электромагнитной совместимости современных бытовых электроприемников по качеству электроэнергии / Камолов М.М, Амирхонов А.С, Назиров Х.Б, Исмоилов С.Т. // Двадцать четвертая международная научно-техническая конференция студентов и аспирантов «Радиоэлектроника, электротехника и энергетика». Москва,15-16 марта 2018 г. С.1018.

АМСИЛАГИРИИ НИЗОМИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН БАРОИ ПЕШГӮИИ ТАҒЙИРЁБИИ ШИДДАТ

Х.Б. Назиров

Дар мақола усули амсилабардории қисме аз низоми электроэнергетикии Ҷумҳурии Тоҷикистон, ки шиддаташон 10-500 кВ аст, барои баҳодиҳии сифати энергияи электрикӣ аз рӯйи нишондиҳандаи тағйирёбии барқароршудаи шиддат дар барномаи компютерии RastrWin дида баромада шудааст. Натиҷаҳои амсилагирӣ бо натиҷаҳои ченкунӣ тариқи асбобҳои махсус ва нишондиҳандаҳои ҳақиқие, ки аз рӯйи нишондоди дастгоҳҳои ченкунандаи зеристгоҳҳо ба даст оварда шудаанд, муқоиса карда шуданд. Баъди муқоисаҳо дақиқият ва баробарии амсилаи сохташуда барои тадқиқи тағйирёбии шиддати электрикӣ дар гиреҳҳои интихобӣ амалӣ карда шуданд.

Калимаҳои калидӣ: амсилабардорӣ, RastrWin-3, шабакаҳои электроэнергетикӣ, сифати энергияи электрикӣ, тағйирёбии шиддат, натиҷаҳои баҳодиҳии асбобӣ, нишондоди асбобҳои ченкунандаи назоратӣ.

MODELING THE ELECTRIC ENERGY SYSTEM OF TAJIKISTAN TO ESTIMATE A SLOW CHANGE OF VOLTAGE

H.B. Nazirov

The article discusses modeling of a 10-500 kV section of the electricity network of the Republic of Tajikistan for studying steady voltage deviations based on the RastrWin 3 software. Simulation results are compared with the result of an instrumental assessment of the voltage deviation in accordance with GOST 32144-2013 and compared with real values that are obtained according to the indication instrumentation substation. The adequacy of the developed model for the study of slow voltage changes in selected nodes of the object under consideration is evaluated.

Key words: *Simulation, RastrWin-3, electric power system, electric power quality, slow voltage change, instrumental evaluation results, instrumentation reading.*

Сведения об авторе:

Назиров Хуршед Бобоходжаевич – к.т.н, заведующий кафедрой «Электроэнергетика» филиала «НИУ «МЭИ» в г. Душанбе. Автор более 60 научных работ. Область научных интересов – Управление качеством и потери электрической энергии. Тел: 931–00–00–83. E–mail: hurshed84@mail.ru

ВОДНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ И ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕКИ ВАРЗОБ

С.Ш. Курбонализода, А.А. Гулахмадов, З.В. Кобулиев

Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии АН РТ

В статье рассматриваются закономерности формирования водного и водно-энергетического баланса бассейна реки Варзоб. Определены закономерности пространственной изменчивости элементов водного баланса с целью определения их величины для территорий, не охваченных наблюдениями на основе единого метода построения карт элементов водного баланса. Приведен анализ выработки электроэнергии каскада Варзобских ГЭС.

Ключевые слова: *река Варзоб, водный баланс, каскад Варзоб ГЭС, электроэнергия, выработка.*

Основные характеристики водного баланса реки Варзоб. Важнейшей географической характеристикой территории является её водный баланс. Помимо теоретического интереса знания величин компонентов водного баланса имеют и чисто практическое значение: на его основе рассчитывается водохозяйственный баланс, позволяющий планировать и осуществлять хозяйственную деятельность тем или иным способом. Между тем, работы по исследованию водного баланса Таджикистана проводились недостаточно, что и послужило причиной для постановки данной темы.

Между тем, работы по исследованию водного баланса Таджикистана, а тем более его изменения никогда не проводились. Глобальное изменение климата, несомненно, затронуло территорию Таджикистана. Это отразилось на таких составляющих водного баланса, как температура и осадки. Однако до сих пор не оценены и не выявлены закономерности такого влияния на водный баланс. Решение такой задачи усложняется горным рельефом территории и недостаточным количеством информации с сети мониторинга. В последние годы появились новые технологии анализа состояния земного покрова с использованием дистанционных методов зондирования с применением Геоинформационных систем (ГИС). Это и послужило причиной выполнения данных исследований.

Водный баланс рек формируется под влиянием климата в пределах бассейна реки, образованного рельефом. Изменение климатических факто-ров, таких как осадки, горное оледенение и температура воздуха, существенным образом влияет на изменение водного баланса. Однако это влияние в условиях горной местности изучено совершенно недостаточно.

Бассейн реки Варзоб расположен на южном склоне Гиссарского хребта к северу от г. Душанбе. Вода, собранная на этой территории, используется для городских нужд, а также поступает в оросительную систему Гиссарского канала. На реке построено несколько небольших ГЭС, которые обеспечивают электричеством несколько городских районов и прилегающих поселков [2].

О водном балансе. Водный баланс может быть определен для любой замкнутой территории и за любой промежуток времени. Как всякий баланс, он имеет две части: приходную и расходную. Для ограниченного участка земной поверхности приходная часть состоит из атмосферных осадков (X), притока воды по русловой сети извне ($Q_{пр}$), конденсации ($Z_к$). Расходная часть включает в себя: отток воды за пределы контура речным путем ($Q_{от}$), испарение с поверхности почвы и транспирация растений ($Z_п$).

$$X+Q_{пр}+Z_к=Q_{от}+Z_п \pm_{\Delta}U \qquad (1)$$

где $_{\Delta}U$ - изменение за рассматриваемый промежуток времени влаго-запасов в водоемах, ледниках или под землей.

Отсюда:

$$X=(Q_{от}-Q_{пр})+(Z_п-Z_к)\pm_{\Delta}U \qquad (2)$$

где ($Q_{от}$-$Q_{пр}$) - сток, формирующийся непосредственно в контуре (Y);

($Z_п$-$Z_к$) - собственно испарение (Z). За многолетний период $_{\Delta}U=0$.

Следовательно, уравнение водного баланса ограниченной территории за многолетний период выглядит так:

$$X=Y+Z \qquad (3)$$

Используя карты Атласа Таджикской ССР, можно приблизительно оценить величины составляющих водного баланса для различных регионов. По данному вопросу можно сделать следующий вывод, что компоненты водного баланса значительно изменяются по территории республики; величины элементов баланса определены со значительными погрешностями. Причины тому следующие:

-недостаточная гидрометеорологическая освещённость;

- отсутствие надежного способа расчёта испарения в горных условиях;

- отсутствие единого стандарта в построении карт элементов баланса.

Исходя из вышеприведённого, исследование водного баланса состоит из решения трёх основных задач:

- изучение закономерностей пространственной изменчивости эле-ментов водного баланса с целью определения их величины для территорий, не охваченных наблюдениями;

- разработка способа расчёта величины годового испарения для высокогорной местности;

- разработка единого метода построения карт элементов водного баланса,

обеспечивающего одинаковую освещённость всех частей территории.

В качестве решения последней задачи предполагается использовать геоинформационные технологии с повышенным разрешением, для которых рассчитываются значения всех компонентов водного баланса.

В этом исследовании были использованы метеорологические, гидрологические и гляциологические данные по бассейну р. Варзоб за весь период наблюдений с 1927 по 2005 год. Были собраны данные 30 гидрологических станций и постов и 3 метеорологических станций.

Для оценки современного оледенения проводился отбор спутниковых снимков Ландсат для исследуемого района на конец периода абляции за различные годы в восьми спектральных диапазонах. Наиболее подходящими для анализа оледенения оказались снимки за 07.08.1998г. и за 31.07.2001г. Для анализа также использовалась Цифровая карта рельефа (DEM), полученная по данным радарного дистанционного зондирования с разрешением 90x90 м и 30x30 м. В качестве исторических данных об оледенении использовался Каталог ледников СССР, созданный на основе аэрофотосъемки в 1957 году и каталог ледников, подготовленный М.Г. Глазыриной на основе базы данных А.С. Щетинникова, который охватывает период до 1980 года. Это позволило проследить изменение площади оледенения за многолетний период.

Общая характеристика бассейна реки Варзоб.

Бассейн реки Варзоб расположен на южном склоне Гиссарского хребта и представляет собой дельтообразную территорию, расширенную в северной, высокогорной части и сужающуюся по ширине и высоте в южной части. Северная граница бассейна проходит по перевальной части Гиссарского хребта и ограничивается бассейнами рек Майхура и Зидды (рис. 1).

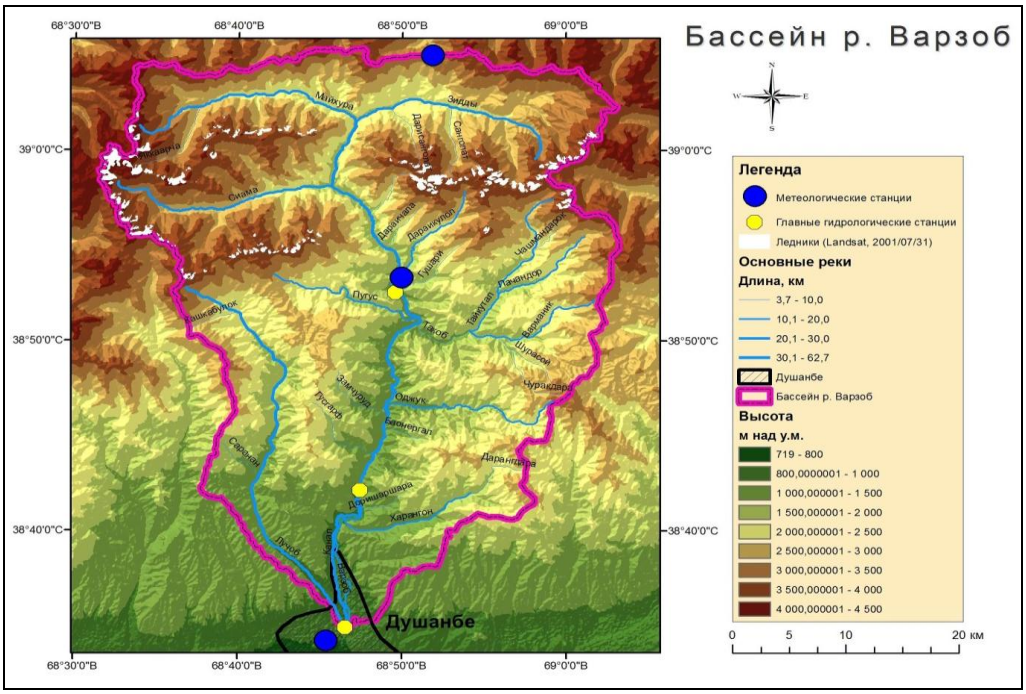


Рис. 1. Карта бассейна р. Варзоб

Горные хребты в верхней части бассейна расположены широтно и достигают высоты 4,9 км над у.м. На всей территории горные склоны крутые. Это способствует быстрому стоку осадков с поверхности в речные русла и малому проникновению воды в почву. Из-за таких особенностей рельефа на территории бассейна невозможно проводить сельскохозяйственные работы. Населенные пункты расположены только вблизи рек на небольших площадках. Вдоль реки Варзоб проходит автотрасса, соединяющая Душанбе с северными районами Таджикистана. К югу высота бассейна снижается, горные склоны приобретают вид низкогорья, которые постепенно становятся покрытые лёссом.

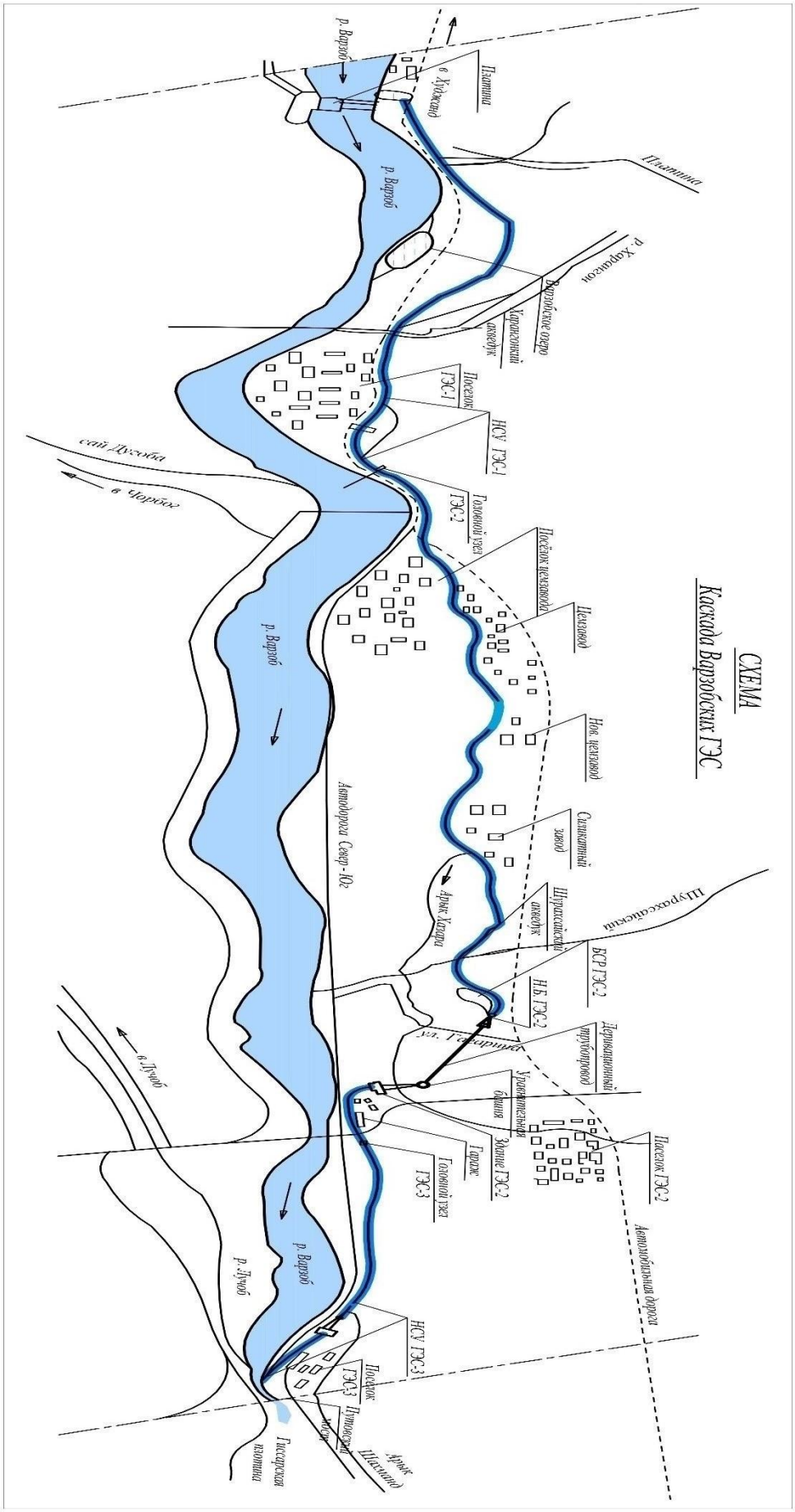


Рис. 2. Схема реки Варзоб с деривационным каскадом Варзобских ГЭС

По расчётам, выполненным на основе данных дистанционного зондирования (цифровой карты рельефа DEM), площадь бассейна р. Варзоб составляет 1697 км^2, в то время как по данным полученным другими исследователями площадь водосбора равна 1680 км^2. Диапазон высот меняется от 0,8 км до 4,9 км над у.м. (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика бассейна р. Варзоб

Характеристика бассейна	Данные
Площадь бассейна	1697 км^2 (1680)
Уровень оледенения	2,01%
Диапазон высот	0,8-4,9 км
Средняя высота	2,76
Среднегодовой расход	53,5 м/сек (Путовский мост)
Изменение площади оледенения	23.0%

Влияние водности реки Варзоб на энергетические показатели.

Объектами исследований является Каскад Варзобских ГЭС (КВр ГЭС) с их организационной структурой, которая является самостоятельной структурной единицей в составе ОАХК "Барки Точик". С сентября 2001г. на балансе КВр ГЭС находятся также и малые ГЭС (МГЭС) «Хазара-1» и «Хазара -2», расположенные в пос. Зидди. В исследованиях применен метод определения расчётных гидрологических характеристик (РГХ).

На рис. 3 и 4 приведена выработка электроэнергии каскада Варзобских ГЭС-1, ГЭС-2 и ГЭС-3 за 2000-2017 годы (млн. кВт·ч).

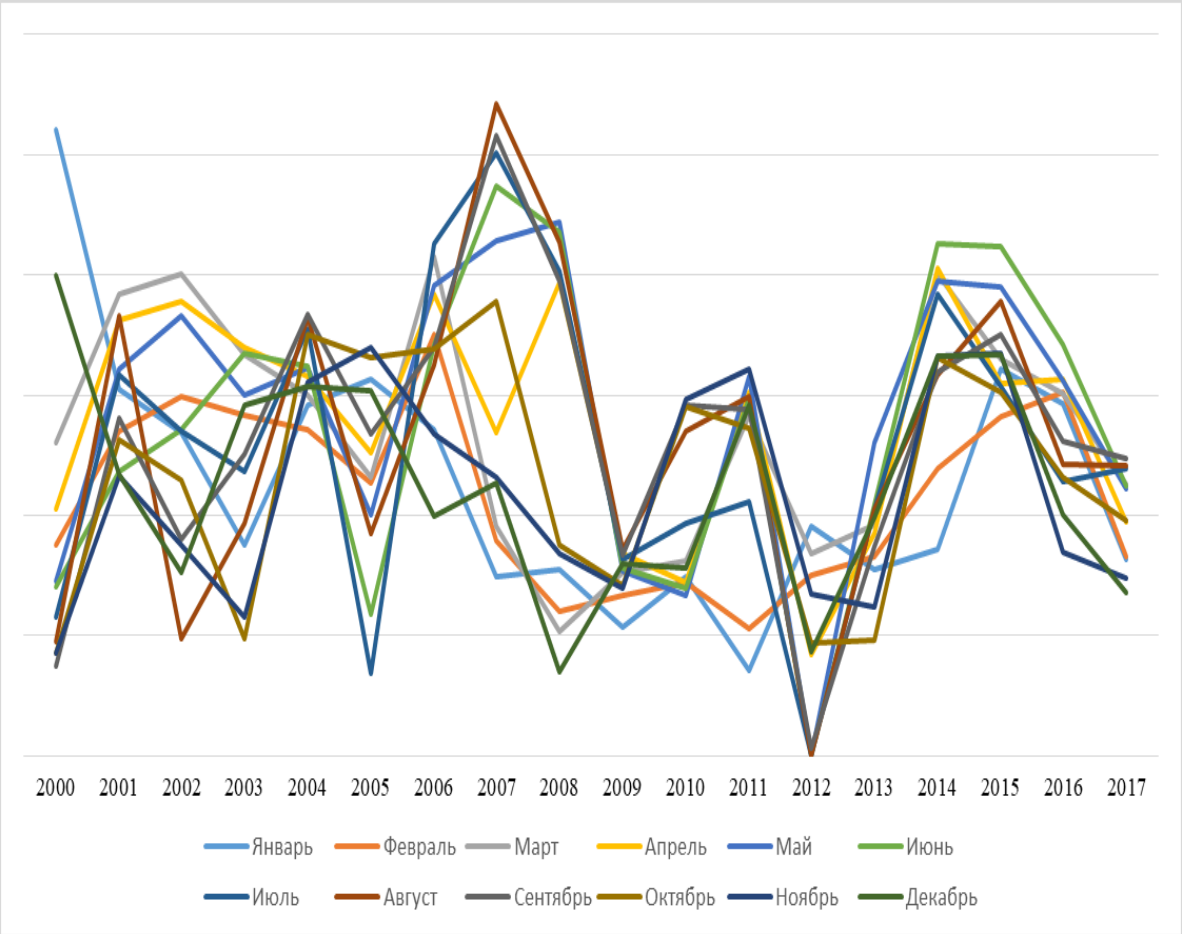


Рис. 3. Выработка электроэнергии каскада Варзобских ГЭС-1, ГЭС-2 и ГЭС-3 за 2000-2017 годы (млн. кВт·ч).

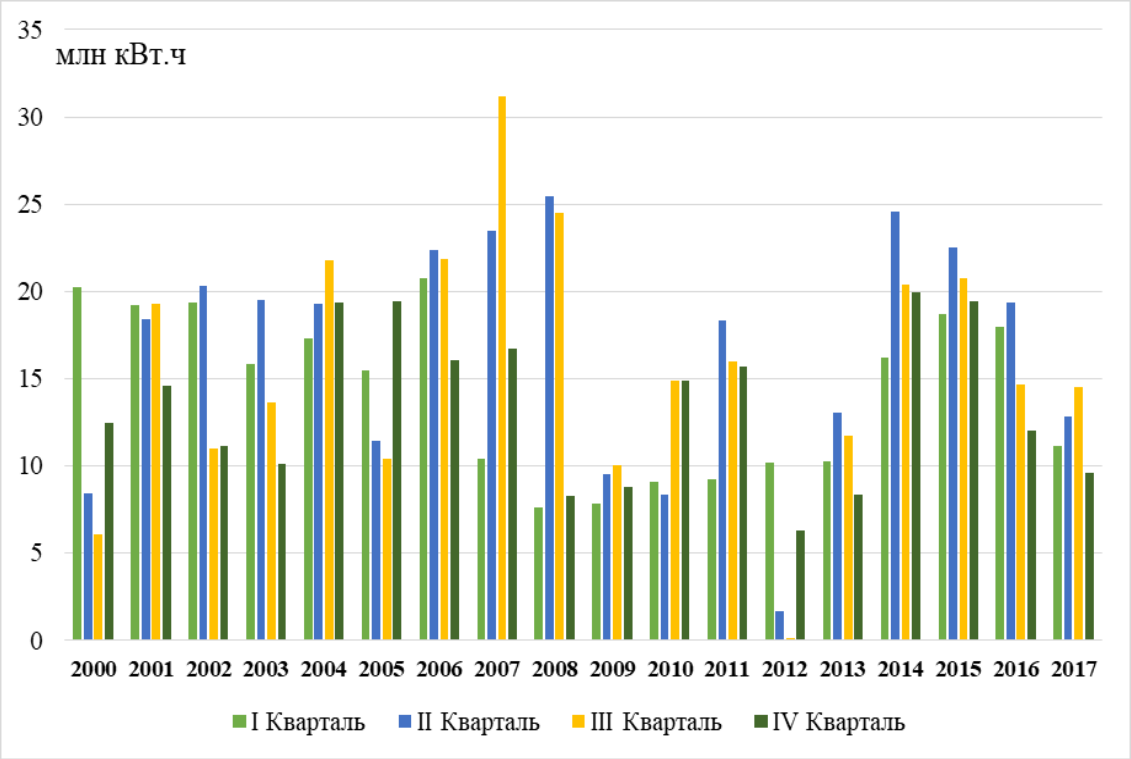


Рис. 4 Выработка электроэнергии каскада Варзобских ГЭС по месяцам за 2000-2017 годы (млн. кВт·ч).

При анализе выработки электроэнергии каскады Варзобских ГЭС включают в себя ГЭС-1,2,3, за 2000 и 2017 годы выявлены следующие особенности:

1. Максимальные значения выработки электроэнергии наблюдаются в 2000 году (10,9 млн. кВт/час) в августе месяце. При этом минимальное значение данных характеристик приходится на 2009 год (2,1 млн. кВт/час) в январе месяце.

2. Максимальный период выработки электроэнегии охватывает вто-рую половину летнего сезона и первую половину осеннего сезона.

3. Анализ показателей по месяцам имеет параболический и гипербо-лический характер. Если в 2000 году и в 2013 году он имел гиперболический характер, то в других годах 2000, 2008, 2013 проявляются явные параболические функции с положительной кривизной. Это означает, что годы, имеющие характер гиперболической функции, включают в себя не менее 2000 тыс. точек видов минимума и максимума. Эти точки в 2000 году составляют по минимуму в сентябре (1,5 млн) в 2008 декабре (1,4) в 2013 октябре (1,9 млн). Другие годы, имеющие характер распределения параболического типа, имеют соответствующие максимумы: - 2001 (7,3 млн, август), 2002 (8,0 млн., март), 2003 (6,8 млн., апрель), 2004 (7,4 млн., сентябрь), 2005 (6,8 млн. ноябрь), 2006 (8,5 млн., июль), 2007 (10,9 млн., август), 2009 (3,4 млн., апрель-август), 2010 (5,9 млн., ноябрь), 2011 (6,4 млн., ноябрь), 2012 (3,8 млн., январь), 2014 (8,5 млн., июнь), 2015 (8,5 млн., июнь), 2016 (6,8 млн., июнь), 2017 (4,9 млн., сентябрь).

Таким образом, при анализе выработки электроэнергии каскадами Варзобских ГЭС, включающих в себя ГЭС 1,2,3, за 2000 и 2017 годы выявлены следующие особенности: максимальные значения выработки электроэнергии наблюдаются в 2000 году (10,9 млн. кВт/час) в августе месяце. При этом минимальное значение данных характеристик приходится в 2009 году (2,1 млн. кВт/час) на январь; максимальный период выработки электроэнергии охватывает вторую половину летнего сезона и первую половину осеннего сезона.

Литература:

1. Центральная диспетчерская служба ОАХК «Барки Точик». - Душанбе, 2017. -36 с.

2. Промежуточный отчёт управления электроэнергетики Министерства энергетики и водных ресурсов Республики Таджикистан. –Душанбе. 2017. -27 с.

3. Рекомендации производственно-технического отдела и отдела гидротехнический сооружений Каскад

Варзобских ГЭС ОАХК «Барки Точик». – Душанбе, 2017. -19 с.

4. Арифов, Х. Развитие гидроэнергетики - приоритет для Таджикистана / Х. Арифов. 3.12.2014 г. // http://eurazvitiye.org/publication/ 20141203-0.

5. Нурмахмадов Дж.Н. Гидроэнергетика Таджикистана // Ресурсы и планы. - Душанбе: Эджот, 2005. -157 с.

НЕРӮИ ОБӢ-ЭНЕРГЕТИКӢ ВА ТАВСИФИ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИИ ДАРЁИ ВАРЗОБ

С.Ш. Қурбонализода, А.А. Гулаҳмадов, З.В. Кобулиев

Дар мақола қонуниятҳои ташаккули мувозинаи обӣ ва обӣ-энергетикии ҳавзаи дарёи Варзоб мавриди назар қарор гирифтааст. Қонуниятҳои тағйирёбии фазоии элементҳои мувозинаи обӣ бо мақсади муайян намудани андозаи онҳо дар ҳудуди берун аз нигориш дар асоси усули ягонаи созмони харитаҳои элементҳои мувозинаи обӣ муайян гардиданд. Таҳлили истеҳсоли электроэнергияи силсилаи НБО-ҳои Варзоб баррасӣ гаштааст.

Калимаҳои калидӣ: дарёи Варзоб, мувозинаи обӣ, сислсила НБО-ҳои Варзоб, электроэнергия, истеҳсол.

WATER-ENERGY POTENTIAL AND HYDROPOWER CHARACTERISTICS THE RIVER VARZOB

S.Sh. Qurbonalizoda, A.A. Gulahmadov, Z.V.Kobuliev.

Institute of water problems, hydropower and ecology AS RT

The article reviews the regularities of water and water-energy balance formation of the Varzob river basin. The spatial variability of water balance elements regulates are revealed in order to determine their value for the areas not covered by observations on the basis of a single method of constructing maps of water balance elements. The analysis of Varzob HPP cascade power generation is given.

Key words: Varzob River, water balance, cascade of the Varzob HPPs, electricity generation.

Сведения об авторах:

Курбонализода Саидабдулло Шамсулло – соискатель Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии АН РТ, адрес: 934042, г.Душанбе, ул. Айни 14А, Тел: +992 918 80 36 63, +992 555 55 20 44, e-mail: said_harkov@mail.ru.

Гулахмадов Аминджон Абдуджабборович – докторант Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии АН РТ, адрес: 934042, г.Душанбе, ул. Айни 14А, Тел. +992 981 06 1551 e-mail: waterandenergy@list.ru

Кобулиев Зайналобудин Валиевич – доктор технических наук, профессор, чл.-корр. АН РТ, Директор Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии АН РТ, адрес: 934042, г.Душанбе, ул. Айни 14А, Тел. +992 2222 321 e-mail: kobuliev@mail.ru

ОЦЕНКА УДЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ БЫТОВОГО СЕКТОРА С УЧЁТОМ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕГО ВОЗДУХА И ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

С.Ш. Таваров, О.А. Мираков

ТТУ имени академика М.С. Осими

Научная статья посвящена оценке удельного электропотребления бытового сектора на основе показаний учёта электроэнергии за период 2017 года для потребителей разного территориального расположения. С установлением зависимости удельного электропотребления от температуры окружающего воздуха и рельефа местности, а также максимального времени использования электроэнергии в часы максимума нагрузок.

***Ключевые слова**: удельное электропотребление, бытовой сектор, часы максимума нагрузок.*

Введение. После распада Советского Союза и перевода потребителей бытового сектора на электроэнергию, а также появление новых видов бытовых нагрузок привело к увеличению потребления электроэнергии в данном секторе. На увеличение потребления электроэнергии также повлиял и тот фактор, что после распада Советского Союза потребители бытового сектора на длительный промежуток времени были лишены тепло-газоснабжения, а также горячего водоснабжения.

Однако в последние годы частично эта проблема начала решаться. После ввода в

эксплуатацию ТЭЦ-2 часть потребителей бытового сектора были подключены к теплоснабжению, но это лишь решило частично проблему по уменьшению электрической нагрузки в бытовом секторе и только в городе Душанбе. В остальной части страны данная проблема остается пока нерешеной, и все потребители бытового сектора сидят на электрической энергии.

При этом необходимо отметить также следующий фактор, что по территориальному расположению температура окружающего воздуха города Душанбе в зимнее время не достигает критических значений и даже у потребителей без теплоснабжения часы максимума нагрузок по отношению, например Горно-Бадахшанской автономной области, где температура окружающего воздуха в зимнее время может достигать суровых критических значений, и отсутствие у потребителей бытового сектора теплоснабжения время использования максимума нагрузок в течение суток будет больше, чем в других регионах страны.

Таким образом, нормирование электропотребления потребителей бытового сектора согласно [1] для всей части региона страны могут не соответствовать этим нормам. Как известно, при неправильном установления удельных норм электропотребление и проектирование системы электроснабжения по установленным нормам результаты расчётов приводят к увеличению потерь электроэнергии [2-5,8] и уменьшению сроков службы работы элементов схем электроснабжения [6,7]. При этом надо отметить то, что на данный момент нормирование удельного электропотребления производиться согласно [1] с разрешенной мощностью для потребителей бытового сектора ниже установленного данным документом равной 4 кВт.

Результаты исследования

Для оценки удельного электропотребления с учётом сказанного выше по месячным показаниям учёта электроэнергии, установленным у потребителей бытового сектора, полученным от ОАО «ШБшД» и ОАО «Памир Энерджи», были построены графики электропотребления по месяцам за период 2017 года, на основе которых с учётом климатических факторов и территориального расположения, а также обеспеченности потребителей бытового сектора теплоснабжением были выявлены временные нормы удельного электропотребления.

Для сравнения были взяты наиболее характерные по электропотреблению в течение года потребители бытового сектора города Душанбе, получающие питание от подстанций «Авиатор», и городов Горно-Бадахшанского автономной области Хорога и Рушона для установления предельного значения месячного электропотребления, соответствующего нормам удельного электропотребления согласно [1] или превышая их.

На рис 1-4 приведены графики электропотребления в течение года для рассматриваемых городов.

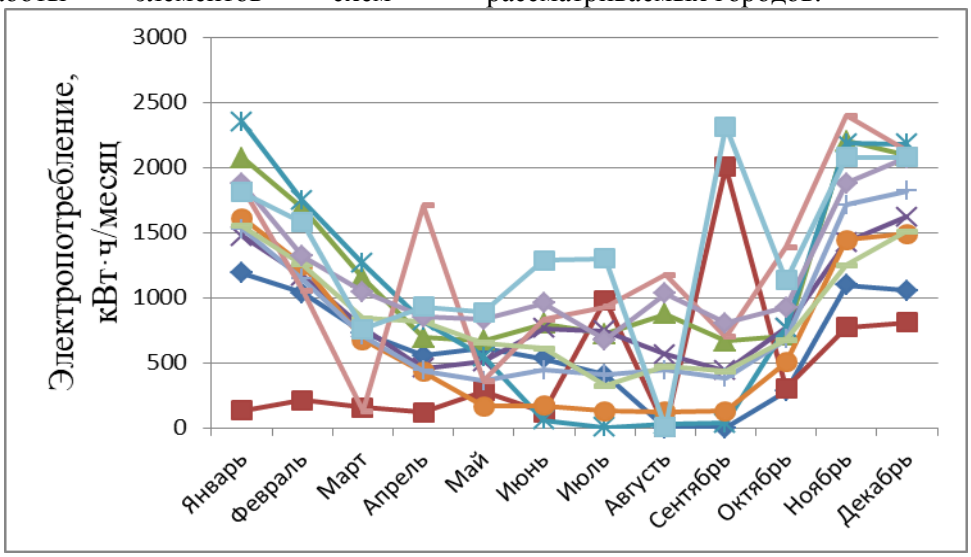


Рис. 1. Графики электропотребления потребителей получающие питание от ТП 128/3Т1,2, п/ст «Авиатор»

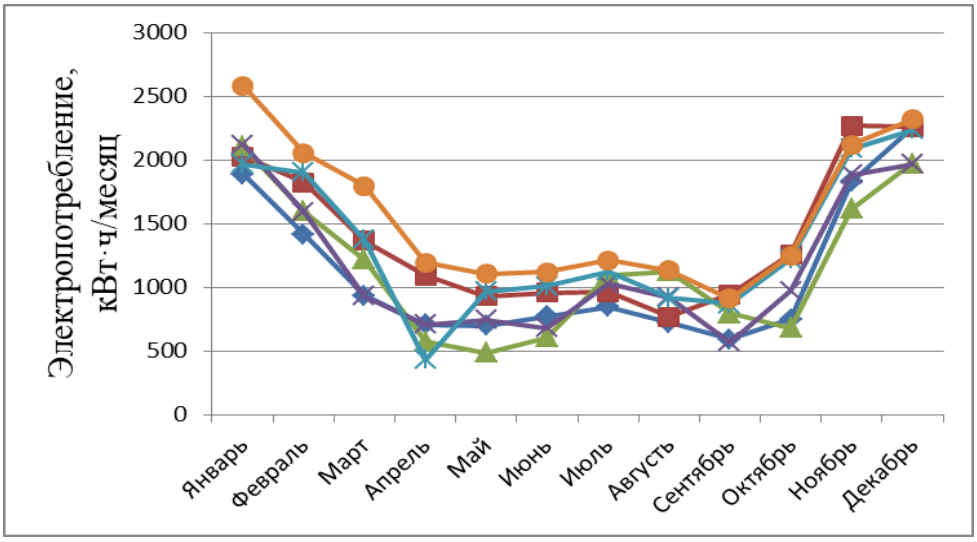


Рис. 2. Графики электропотребления потребителей получающие питание от ТП 95 и 98/ЗТ1,2, п/ст «Авиатор»

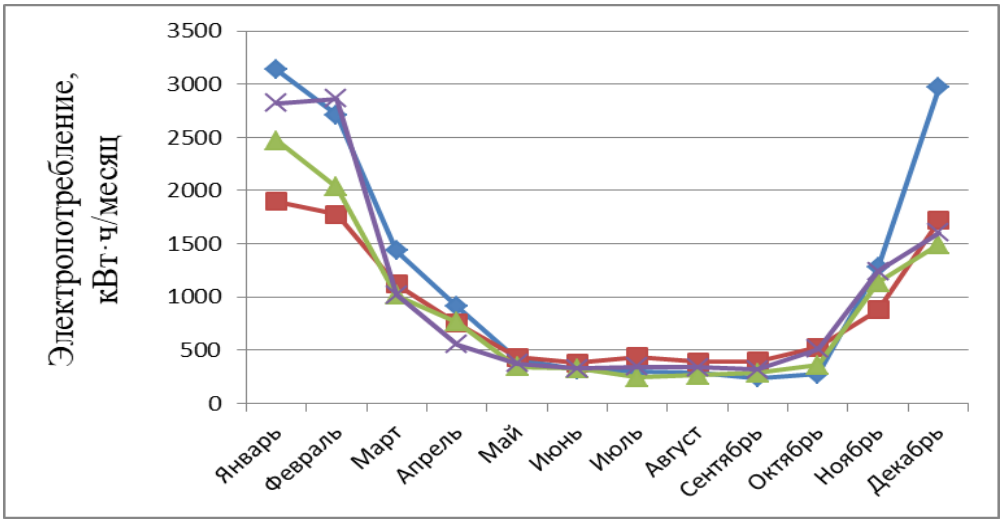


Рис. 3. Графики электропотребления наиболее характерных потребителей бытового сектора г. Хорога

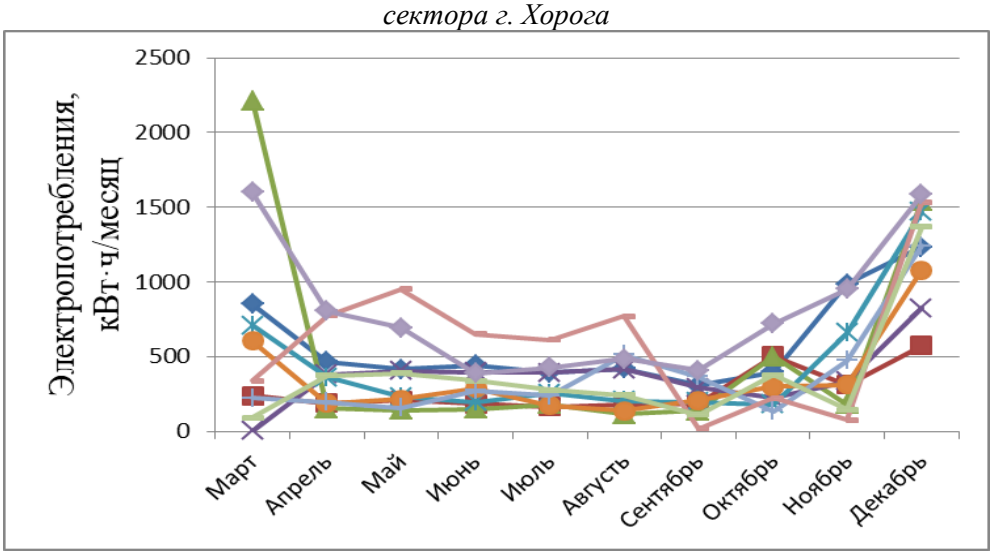


Рис. 4. Графики электропотребления наиболее характерных потребителей бытового сектора г. Рушон

Из полученных графиков электропотребления по данным учёта электроэнергии с учётом климатических факторов были выведены временные удельные нормы электропотребления. Как известно, часы максимума нагрузок

наблюдаются в зимнее времени суток, так называемый утренний и вечерний максимум [1]. Для вывода коэффициента, характеризующего максимальное электропотребление за расчётное время, максимальная нагрузка для города Душанбе была принята 6 часов, а для городов Горно-Бадахшанской автономной области 7 часов. Различие в час между регионами соответствует горной местности городов Горно-Бадахшанской автономной области.

Таким образом, для определения временной удельной нормы электропотребления предлагается следующее выражение:

$$P_{\text{уд.врем.}} = \frac{W_{\text{месяц}}}{t_{\text{сутки}}} \cdot \alpha_{\text{в.м.н}}.$$

где: $W_{\text{месяц}}$-месячное электропотребление, по данным учёта электропотребления, кВт· ч/месяц; $t_{\text{сутки}}$- время в течение суток, ч; $\alpha_{\text{в.м.н}}$ – коэффициент времени максимальной нагрузки, для города Душанбе $\alpha_{\text{в.м.н}}$=0,063, для городов Горно-Бадахшанской автономной области $\alpha_{\text{в.м.н}}$=0,085.

В качестве примера рассмотрим предлагаемое выражение по определению временной удельной нормы электропотребления для наиболее характерных потребителей города Душанбе и городов Горно-Бадахшанской автономной области: Хорога и Рушона.

- для города Душанбе

$$P_{\text{уд.врем.}} = \frac{1700}{24} \cdot 0{,}063 = 4{,}5\text{кВт};$$

-для города Хорога и Рушона

$$P_{\text{уд.врем.}} = \frac{1270}{24} \cdot 0{,}085 = 4{,}5\text{кВт}.$$

Из предлагаемого выражения с учётом добавки коэффициента времени максимума нагрузок $\alpha_{\text{в.м.н}}$ для определения временных удельных норм электропотребления можно сделать следующие выводы:

Для поддержания допустимых удельных норм электропотребления, рекомендуемые российским стандартом, месячное электропотребление для города Душанбе не должно превышать 1700 кВт· ч/месяц, а для городов Горно-Бадахшанской автономной области 1270 кВт· ч/месяц.

При превышении месячного электропотребления установленных значений необходимо разработать новые временные нормы удельного электропотребления для условий Республики Таджикистан.

Для более точных результатов и сопоставления их с результатами аналитического метода необходимо провести экспериментальное исследование.

Литература:

1.СП 256. 1325800.2016. Электроустановки жилых и общественных зданий, правила проектирования и монтажа.

2.Воротницкий В.Э., Железко Ю.С, Казанцев В.Н. Потери электрической энергии в электрических сетях энергосистем. – М.: Энергоатомиздат, 1983. –368 с.

3.Воротницкий В.Э. Снижение потерь электроэнергии – важнейший путь энергосбережения в электрических сетях. Энергосбережение. – 2014. – С. 61–64.

4.Воротницкий В.Э. Калинкина М.А. Расчет, нормирование и снижение потерь электроэнергии в электрических сетях. – М.: ИПК госслужбы, 2000.– 63 с.

5.Железко Ю.С., Артемьев А.В., Савченко О.В. Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях: Руководство для практических расчетов. – М.: НЦ ЭНАНС, 2006. – 280 с.

6.Трофимова С.Н., Максимов С.П. Повышение надежности электроснабжения в условиях современного города. – Электро Серия «Надежность электроустановок». – 2014, №4. С. 40–42.

7.Таваров С.Ш., Маджидов Г.Х. Влияние отклонения напряжения на электрические величины осветительных ламп. Международный научно-исследовательский журнал. Серия «Технические науки» – №11 (53). – 2016 С. 117–119.

8.Мираков О.А., Додхудоев М.Д., Таваров С.Ш. Возможности энергосбережения в системе электроснабжения Республики Таджикистан. Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования. №2 (42) – 2018. 137 с. С.27–31.

БАҲОГУЗОРИИ ИСТИФОДАБАРИИ ХОСИ ЭНЕРГИЯИ ЭЛЕКТРИКИИ СЕКТОРИ ИСТИҚОМАТӢ БО НАЗАРДОШТИ ҲАРОРАТИ ҲАВОИ ФАРОГИРАНДАИ ҲУДУДҲОИ ГУНОГУНИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

С.Ш. Таваров, О.А. Мираков

Мақолаи илмӣ дар асоси нишондоди баҳисобгирии энергияи электрикӣ дар соли 2017 ба баҳогузории истифодабарии хоси энергияи электрикии сектори истиқоматии барои истеъмолкунандагон, ки дар ҳудудҳои гуногуни Ҷумҳурии Тоҷикистон ҷойгиранд, тақдим шудааст. Вобастагии истифодабарии хоси энергияи электрикӣ аз ҳарорати ҳавои фарогиранда ва релефи маҳал ва инчунин давомнокии максималии истифодабарии энергияи электрикӣ дар вақтҳои бори максималӣ муқаррар шудааст.

Калимаҳои калидӣ: истифодабарии хоси энергияи электрикӣ, сектори истиқоматӣ, вақтҳои бори максималӣ, ҳарорати ҳаво.

EVALUATION OF SPECIFIC ENERGY CONSUMPTION OF THE HOUSEHOLD SECTOR TAKING INTO ACCOUNT AMBIENT AIR TEMPERATURE AND TERRITORIAL ARRANGEMENTS OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

S.Sh. Tavarov, O.A. Mirakov

The scientific article is devoted to the assessment of the specific power consumption of the domestic sector on the basis of electricity metering for the period of 2017 for consumers in different territorial locations. With the establishment of the dependence of the specific power consumption on the ambient temperature and terrain, as well as the maximum time the use of electricity in hours of maximum loads.

Key words: specific power consumption, household sector, hours of maximum loads.

Сведения об авторах:

Таваров Саиджон Ширалиевич – к.т.н., доцент кафедры «Электро-снабжение», ТТУ имени акад. М.С. Осими, докторант Южно-Уральского государ-ственного университета. Контактный телефон: +992-989-16-62-88. E-mail: tabarovsaid@mail.ru.

Мираков Озод Абдуласанович – старший преподаватель, соискатель кафедры «Электроснабжение», ТТУ имени акад. М.С. Осими. Контактный телефон: +992-777-1111-85. E-mail: mirakov85@mail.ru.

ХАРАКТЕР НАГРУЗОК И РЕЖИМЫ РАБОТЫ ПОДСТАНЦИЙ ГОРОДСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ Г. ДУШАНБЕ

С.Ш. Таваров, О.А. Мираков

ТТУ имени академика М.С. Осими

Научная статья посвящена исследованию оценке режимов работы трансформаторных подстанций городской электрической сети по результатам контрольных зимних замеров. Предлагается определение средних значений коэффициента активной мощности при известности изменяющихся токовых нагрузок и напряжения и номинальной загрузки трансформатора согласно ПУЭ. В ходе исследования установлено, что режимы работы трансформаторных подстанций находятся вблизи режима холостого хода. При данном режиме потребление реактивной мощности на порядок превышает значения активной мощности, тем самым уменьшая коэффициент активной мощности и К.П.Д. трансформатора.

За счёт низкого коэффициента активной мощности увеличиваются потери напряжения и потери полезной мощности, создавая условия неэффективности работы трансформаторных подстанций.

***Ключевые слова**: потери напряжения, характер нагрузок, коэффициент активной мощности, потребления реактивной мощности.*

Введение.Как известно, согласно «Правила устройства электроустановок» [1] при использовании двух трансформаторов с параллельной работой в подстанциях коэффициент загрузки трансформаторов в нормальном режиме составляет 70% от номинальной мощности. Тогда как при аварийном режиме перегрузка трансформатора допускает до 140%.

На режимы работы трансформаторов влияет множество факторов, такие как:

характер нагрузок, максимальная и минимальная нагрузка, метеорологические факторы и т.д. [2,3]

Особенно необходимо отметить фактор характера нагрузок [4-8]. В последние годы из-за появления новых электроприёмников с нелинейным характером нагрузок и низким их качеством. Низкое качество связано с их стоимостью, так как большая часть потребителей не может позволить себе приобрести современные электроприёмники с высоким качеством, взамен их приобретаются электроприемники с низким качеством.

Качество связано как со сроком службы их работ, так и низким коэффициентом активной мощности [7,8] приводящие к увеличению потреблению реактивной мощности, уменьшая тем самым пропускную способность по активной мощности.

Постановка задачи. Для оценки режима работы подстанций городских электрических сетей в зависимости от характера нагрузок за исходные данные были взяты контрольные зимние замеры.

Однако необходимо отметить то, что при контрольных замерах на подстанциях в течение суток дежурными подстанциями г. Душанбе замеряются токи нагрузок на вводе и отходящих ячейках, напряжения и температура трансформаторов на отходящих ячейках. Тем самым отсутствует информация по потреблению реактивной мощности, так как она зависит от коэффициента активной мощности, а также от реальной загрузки трансформаторов.

Однако с использованием простых преобразований и при известности коэффициента загрузки трансформаторов согласно ПУЭ [1] можно определить коэффициент активной мощности по формуле:

$$\cos\varphi_{ср.знач.} = \frac{P_{\sum ср.знач.}}{S_{н.т} \cdot K_{загр.}},$$

где $P_{\sum ср.знач.}$- суммарное среднее значение активной мощности в течение 24 ч., кВт; $S_{н.т}$ – номинальная мощность трансформатора, кВА (МВА); $K_{загр.}$- коэффициент загрузки трансформатора согласно ПУЭ.

Оценка режимов работы трансформаторов в зависимост от характера нагрузок была проведена для нескольких подстанций городских электрических сетей.

Теоретическая часть. В качестве примера рассмотрим две подстанции с относительно характерными узлами из рассматриваемых подстанций городских электрических сетей города Душанбе:

Подстанция «Шахри 110/10» с типом и мощностью трансформатора ТРДН-25000/110

$$\cos\varphi_{ср.знач.} = \frac{P_{\sum ср.знач.}}{S_{н.т} \cdot K_{загр.}} = \frac{\sqrt{3} \cdot (334 + 350) \cdot 10{,}1}{0{,}7 \cdot 25} = \frac{12}{17{,}5} = 0{,}68$$

$$Q_{\sum ср.знач.} = P_{\sum ср.знач.} \cdot \tan\varphi = 11{,}2 \cdot 0{,}88 = 10{,}56 \text{ МВАр};$$

$$\Delta U_{тр} = \frac{P_{\sum ср.знач.} \cdot R_{тр} + Q_{\sum ср.знач.} \cdot X_{тр}}{U^2} \cdot 100\% = 5{,}1\%.$$

Аналогичным образом для других подстанций были произведены расчёты коэффициентов активной мощности в зависимости от потребления реактивной мощности при номинальной загрузке трансформаторов. Результаты расчётов приведены в табл.1.

Таблица1

Зависимость коэффициентов активной мощности от потребления реактивной мощности при номинальной загрузке трансформаторов

№ п/п	Наимен.	Тип и мощность транс.	$P_{\sum ср.знач.}$ МВт	$S_{н.т.}$ МВА	$K_{загр.}$ (ПУЭ)	$\cos\varphi_{ср.знач.}$	$Q_{\sum ср.знач.}$ МВАр
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
1	Бахор	Т1, ТДН-16000/110	13,55	16	0,7	0,8	9,1
		Т2, ТДН-16000/110	7,7	16	0,7	0,69	6,7
2	Бустон	ТДН-16000/110	8,23	16	0,7	0,73	6,6
3	Ботаническая	Т-1,ТМН -10000/110	6,6	10	0,7	0,94	3
		Т-2, ТМН -6300/110	6,6	6,3	0,7	0,5	8,1
4	Винзаводская	Т-1, ТД-10000/35	3,5	10	0,7	0,5	8,57
		Т-2, ТД-10000/35	2,38	10	0,7	0,34	3,83
5	Восточная	ТДТН-25000/110	12,74	25	0,7	0,72	10,3
		Т-2, ТДТН-25000/110	11,6	25	0,7	0,66	10,8

1	2	3	4	5	6	7	8
6	Водонасосная	ТДНС-10000/35	5,14	10	0,7	0,74	3,2
7	Заводская	Т-1, ТДТН-25000/110	10,3	25	0,7	0,58	11,3
		Т-2, ТДТН-25000/110	12,0	25	0,7	0,68	10,6
8	Истиқлол	Т-1, ТДНС-10000/35	7,65	10	0,7	1	0
		Т-2, ТДНС-10000/35	5	10	0,7	0,71	4,2
9	Кофарн. Водозабор	Т-1, ТДТН-16000/110	7,32	16	0,7	0,65	6,44
		Т-2, ТДТН-16000/110	6,65	16	0,7	0,6	7
10	Карамова	Т-1, ТДТН-25000/110	7,34	25	0,7	0,42	10,3
		Т-2, ТДТН-16000/110	12,03	16	0,7	0,93	4,66
11	Коминтерн	Т-1, ТЦ-2500/35	1,87	2,5	0,7	1	0
		Т-2, ТЦ-2500/35	1,1	2,5	0,7	0,63	1,07
12	Лучоб	Т-1, ТРДН-40000/110	11,3	40	0,7	0,4	16,4
		Т-2, ТРДН-40000/110	13,76	40	0,7	0,5	16,96
13	Промышленная	Т-1, ТДТН-25000/110	16,6	25	0,7	0,95	5,4
		Т-2, ТДТН-25000/110	19,2	25	0,7	0,8	12,87
		Т-3, ТДН-16000/110	3,81	16	0,7	0,34	6,1
14	Советская	Т-1, ТДТН-25000/110	13,2	25	0,7	0,75	10,2
		Т-2, ТДТН-40000/110	25,8	40	0,7	0,92	10,4
15	Спортивная	Т-2, ТД-10000/35	15,3	10	0,7	0,65	14,5
		ТРДН-25000/110	13,24	25	0,7	0,76	9,96

Из полученных результатов, приведенных в табл. 1, видно, что в большей части подстанций коэффициент активной мощности в течение дня находится в низком пределе, не соответствующий ступени трансформаций [1]. Эта связано с тем, что большая часть трансформаторов в подстанциях работает с точки зрения полезной загрузки, то есть загрузки по активной мощности не догружены. Хотя по результативной полной мощности их загрузка находится в предельно допустимых значениях. Эта достигается за счёт суммирования к активной мощности большой реактивной мощности. При таком режиме работы с учётом увеличения количества электроприемников с нелинейной нагрузкой у потребителей, имеющей индуктивный характер. При передачи электроэнергии от источника питания – трансформаторных подстанций к потребителям электроэнергии вся городская распределительная сеть напряжением 6-10 кВ будет загружена протеканием реактивной мощности по элементам данной сети. Приводя тем самым к неэффективному потреблению электроэнергии, связанной с увеличением потери электроэнергии, нарушению в узлах потребителей качества электроэнергии по напряжению и высоких гармоник.

Также необходимо отметить такой фактор, что в рассматриваемых трансформаторных подстанциях городской электрической сети за исключенем «Промышленной» в других подстанциях отсутствуют средства компенсаций реактивной мощности.

В табл. 2 для части рассматриваемых подстанций приведены потери напряжения в зависимости от коэффициента активной мощности.

Таблица 2

Потери напряжения в зависимости от коэффициента активной мощности

№ п/п	Наименование	Тип и мощность трансф-ов	$\cos\varphi_{ср.знач.}$	$\Delta U_{тр}$, %
1	2	3	4	5
1	Бахор	ТДН-16000/110	0,8	7,44
		ТДН-16000/110	0,69	5,1
2	Бустон	ТДН-16000/110	0,73	5
3	Ботаническая	ТМН -10000/110	0,94	4
		ТМН -6300/110	0,5	16

1	2	3	4	5
4	Винзаводская	ТД-10000/35	0,5	6
		ТД-10000/35	0,34	3,3
5	Восточная	ТДТН-25000/110	0,72	5
		ТДТН-25000/110	0,66	5,2
6	Водонасосная	ТДНС-10000/35	0,74	3,3
7	Заводская	ТДТН-25000/110	0,58	5,4
		ТДТН-25000/110	0,68	5
8	Истиқлол	ТДНС-10000/35	1	1
		ТДНС-10000/35	0,71	4,2
9	Кофарн. Водозабор	ТДТН-16000/110	0,65	4,9
		ТДТН-16000/110	0,6	5,3
10	Карамова	ТДТН-25000/110	0,42	5
		ТДТН-16000/110	0,93	2
11	Коминтерн	ТЦ-2500/35	1	1
		ТЦ-2500/35	0,63	3,2
12	Лучоб	ТРДН-40000/110	0,4	5
		ТРДН-40000/110	0,5	5
13	Промышленная	ТДТН-25000/110	0,95	2,7
		ТДТН-25000/110	0,8	5
		ТДН-16000/110	0,34	4,5
14	Советская	ТДТН-25000/110	0,75	5
		ТДТН-40000/110	0,92	3,22
15	Спортивная	ТД-10000/35	0,65	15
		ТРДН-25000/110	0,76	5

Как видно из табл. 2, потери напряжения в трансформаторах при низком коэффициенте активной мощности изменяются в пределах от 1 до 15%. При этом наблюдается также превышение допустимого отклонения напряжения, установленного межгосударственным стандартом. При этом в большей части рассматриваемых подстанций наблюдается превышение потребления реактивной мощности, что в итоге приводит к увеличению потери электроэнергии и уменьшению пропускной способности элементов электрической сети. Данные потери трансформаторов при низком коэффициенте мощности могут привести к тому, что при передаче электроэнергии по распределительным сетям 6-10 кВ они не способны подержать предельные значения напряжений в узлах потребительских трансформаторных подстанций 6-10/0,4 кВ.

Таким образом, на основе проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

Выводы

1.Низкий коэффициент активной мощности в трансформаторных подстанциях может привести к нерегулировочным способностям трансформаторов по напряжению для подержания предельных значений в узлах потребителей.

2.Неэффективному использованию полезной мощности при работе в раздельности данных трансформаторов.

3.Высоким потерям активной мощности и электроэнергии и низкому качеству электроэнергии в узлах потребителей.

4.Уменьшению сроков службы электроприёмников у потребителей и элементов распределительной сети 6-10 кВ.

5.Низкий коэффициент полезного действия трансформаторов.

Литература:

1.Правила устройства электроустановок. утв. приказом Минэнерго РФ от 8 июля 2002 г. N 204. Дата введения 1 января 2003 г. 115 с.

2.Трофимова С.Н., Максимов С.П. Повышение надежности электроснабжения в условиях современного города. – Электро Серия «Надежность электроустановок». – 2014, №4. С. 40–42.

3.Воротницкий В.Э., Железко Ю.С, Казанцев В.Н. Потери электрической энергии в электрических сетях энергосистем. – М.: Энергоатомиздат, 1983. –368 с.

4.Воротницкий В.Э. Снижение потерь электроэнергии – важнейший путь энергосбережения в электрических сетях. Энергосбережение. – 2014. – С. 61–64.

5.Железко Ю.С., Артемьев А.В., Савченко О.В. Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях: Руководство для практических расчетов. – М.: НЦ ЭНАНС, 2006. – 280 с.

6.Таваров С.Ш., Маджидов Г.Х. Влияние отклонения напряжения на электрические величины осветительных ламп. Международный научно-исследовательский журнал. Серия «Технические науки» – №11 (53). – 2016 С. 117–119.

7.Таваров С.Ш. Целесообразность децентрализации компенсации реактивной мощности в электрической системе Республики Таджикистан. Вестник Воронежского государственного технического университета. Серия: Энергетика, Том: 14, №1,–2018. 161 с. С. 59–63.

8.Мираков О.А., Додхудоев М.Д., Таваров С.Ш. Возможности энергосбережения в системе электроснабжения Республики Таджикистан. Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования. №2 (42) – 2018. 137 с. С.27–31.

ХАРАКТЕРИ БОР ВА РЕҶАИ КОРИИ ЗЕРИСТГОҲҲОИ ШАБАКАҲОИ ЭЛЕКТРИКИИ ШАҲРИИ ШАҲРИ ДУШАНБЕ

С.Ш. Таваров, О.А. Мираков

Мақолаи илмӣ ба тадқиқи баҳогузории реҷаи кории зеристгоҳҳои трансформатории шабакаҳои электрикии шаҳрӣ аз рӯйи натиҷаҳои ченкунии назоратии зимистона тақдим шудааст. Муайянкунии қимати миёнаи коэффитсиенти тавоноии фаъол дар ҳолати муайян будани тағйирёбии бори ҷараёнӣ ва шиддат ва инчунин боркунии номиналии трансформатор мувофиқ ба ҚДЭ (ПУЭ) пешниҳод карда мешавад. Дар натиҷаи тадқиқот муқаррар карда шуд, ки реҷаи кории зернеругоҳҳои трансформаторӣ ба реҷаи кории гашти холӣ наздик мебошад. Дар реҷаи мазкур истифодабарии тавоноии ғайрифаъол бо тартиб аз қимати тавоноии фаъол зиёд шуда, бо ҳамин сабаб пастшавии коэффитсиенти тавоноии фаъол ва ККФ-и трансформатор ба назар гирифта мешавад. Аз ҳисоби коэффитсиенти пасти тавоноии фаъол, талафоти шиддат ва талафоти тавоноии фоиданок зиёд мегардад, ки ба шароити ғайриэффективии кори зеристгоҳи трансформаторӣ оварда мерасонад.

Калимаҳои калидӣ: талафоти шиддат, характери бор, коэффитсиенти тавоноии фаъол, истифодабарии тавоноии ғайрифаъол.

NATURE OF LOADS AND OPERATION MODES OF SUBSTATIONS OF URBAN ELECTRIC NETWORKS OF DUSHANBE

S.Sh. Tavarov, O.A. Mirakov

The scientific article is devoted to the study of the evaluation of operating modes of transformer substations of the urban electrical network based on the results of winter control measurements. It is proposed to determine the average values of the active power factor when the fame of changing current loads and voltage and the nominal load of the transformer according to the rules of electrical devices are known. The study found that the operating modes of transformer substations are located near idle mode. With this mode of consumption the reactive power by an order of magnitude higher than the values of active power, thereby reducing the ratio of active power and efficiency transformer.

Due to the low active power factor, voltage losses and net power losses increase. Creating conditions for the inefficiency of transformer substations.

Key words: voltage loss, the nature of the load, the ratio of active power consumption of reactive power.

Сведения об авторах:

Таваров Саиджон Ширалиевич – к.т.н., доцент кафедры «Электроснабжение», ТТУ имени акад. М.С. Осими, докторант Южно-Уральского государствен-ного университета. Контактный телефон: +992-989-16-62-88. E-mail: tabarovsaid@mail.ru.

Мираков Озод Абдуласанович – старший преподаватель, соискатель кафедры «Электроснабжение», ТТУ имени акад. М.С. Осими. Контактный телефон: +992-777-1111-85. E-mail: mirakov85@mail.ru.

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПОСЛЕ ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

У. Бумцэнд[1], С. Таванхошуу[1], Ш.М. Султонов[2], Дж.Б. Рахимов[2]

[1]Монгольский Государственный Университет Науки и Технологии, Дарханский институт технологий

[2]Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Рассмотрена оптимизация режима электроэнергетической системы после электрификации железнодорожной магистрали, а также целесообразность компенсации реактивной мощности в энергосистеме и необходимость симметрирования режимов в питающих сетях.

Ключевые слова: *электроэнергетическая система, электрификация, железнодорожная магистраль, несимметрия режимов, оптимизация реактивной мощности.*

Актуальность проблемы

В последнее время с ростом товарооборота зарубежных стран все больше увеличивается интерес транзитных перевозок по железной дороге из России в Китай и обратно. В 2015 году грузоперевозки составили 34,1 млн.т. и увеличились по сравнению с 2014 годом на 1,4%, а объем транзитных грузоперевозок увеличился на 35,3%. Большинство, то есть 84% от всего транзитного груза направлено из России в Китай. Электрификация железнодорожного коридора из Китая в Россию необходима, так как грузоперевозки из Китая в Российскую Федерацию с каждым годом увеличиваются почти 5,6%.

Чтобы решить поставленную задачу электрификации железной дороги необходимо спроектировать и подключить к электроэнергетической системе (ЭЭС) Монголии системы тягового электроснабжения.

Монгольская электроэнергетическая система состоит из систем: Западный регион, Алтай-Улиастай, Восточный регион и Центральный регион. В настоящее время установленная мощность энергетической системы составляет около 1150 МВт. По данным Министерства энергетики в 2016 году выработано 7215 млн. кВт·ч электроэнергии и импортировано 1413 млн. кВт·ч. По предварительным прогнозам для электрификации Уланбаторской железной дороги потребуется около 400 МВА электрической энергии [1,2]. Поэтому необходимо срочно ввести в строй дополнительные источники генерации.

Расчет установившихся режимов электроэнергетической системы

Для определения условий электрификации железной дороги необходимо осуществить расчет установившихся режимов (УР). Расчеты УР являются основными при решении задач, связанных с проектированием и эксплуатацией электроэнергетических систем. Результаты этих расчетов используются при планировании режимов и оперативном управлении ЭЭС, а также служат базой для выполнения оптимизации, анализа устойчивости и надежности.

В работе для расчета УР электрической системы использована программа RastrWin3. В программе для расчета установившихся режимов ЭЭС разработана оригинальная модификация полного метода Ньютона с выбором оптимального шага, учитывающая особенности уравнений узловых напряжений, записанных в прямоугольных координатах.

Метод Ньютона-Рафсона является улучшением метода Ньютона нахождения экстремума. Алгоритм метода Ньютона-Рафсона для решения систем нелинейных уравнений записывается на i-ой итерации следующим образом

$$\frac{\partial W}{\partial X}(X^{(i)})\Delta X^{(i+1)} + W(X^{(i)}) = 0$$

решение которой дает значения неизвестных

$$x^{(i+1)} = x^{(i)} + \Delta x^{(i)}$$

более близкое к решению нелинейной системы, чем исходное приближение.

где $\frac{\partial W}{\partial X}(X^{(i)})$ - матрица Якоби системы функции.

В данной работе проведен расчет УР ЭЭС Монголии, в котором она сейчас работает. На рисунке 2 показан фрагмент расчетной схемы.

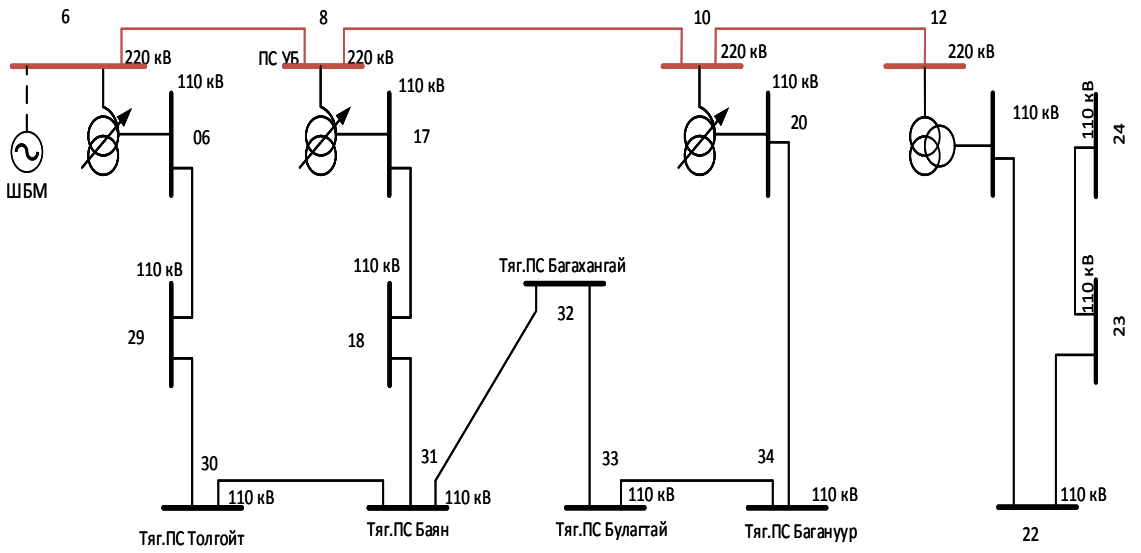


Рисунок 2 – Фрагмент расчетной схемы центральной ЭЭС

Проведен анализ режима, при котором в настоящее время работает ЭЭС Монголии. В таблице 1 приведены напряжения и углы в крайних удаленных точках от центра питания, полученные в результате расчета.

Таблица 1

Параметры нормального режима до подключения тяговых нагрузок

Номера узлов	Напряжение, U [кВ]	Угол, δ^0	Активная мощность P [МВт]	Реактивная мощность, Q [МВАр]
22	116,40	-18,58	1,2	0,4
23	112,81	-24,23	14,6	1,5
24	111,51	-27,09	6,4	1,1
19	113,10	-2,80		
29	113,38	-2,73	14,6	2
20	107,60	-4,23	11,2	3,3
17	111,23	-3,43	157,8	50,8
18	112,04	-3,39	23,1	5,8
06	115	-1,45	131,2	41,1

Вырабатываемая мощность равна $P_Г = 789.2$ МВт $Q_Г = 75.2$ МВАр

С импортом получаем $P_И = 70.1$ МВт, $Q_И = -11.9$ МВАр

Потребляемая мощность $P_П = 834.8$ МВт, $Q_П = 281.6$ МВАр

Суммарные потери активной мощности составляют $\Delta P_\Sigma = 24.35$ МВт, а в процентах потери активной мощности составляют 2,85%.

Определяем напряжения в узловых точках и потери мощности в ЭЭС после подключения планируемых тяговых подстанций.

Таблица 2

Параметры режима после подключения тяговых нагрузок

Номера узлов	Названия тяговых узлов	Напряжение, U [кВ]	Угол, δ^0	Активная мощность, P [МВт]	Реактивная мощность, Q [МВАр]
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
22		103,98	-34,31	1,2	0,4
23		98,59	-41,21	10,6	1,5

1	2	3	4	5	6
24		96,37	-44,76	6,4	1,1
19		106,03	-17,64		
29		103,90	-18,75	14,6	2
30	Толгойт Тяг.ПС	102,56	-19,32	40	30
31	Баян Тяг.ПС	100,24	-20,30	40	30
32	Багахангай	97,63	-21,26	25	20
3	Булагтай	98,84	-	4	3
3	Багануур	99,60	-	4	3
2		99,79	-	11,2	3,3
1		107,29	-	147,8	50,8
1		104,90	-	23,1	5,8
0		111,57	-	120	41,1

Вырабатываемая мощность равна $P_Г = 789.2$ МВт $Q_Г = 239,4$ МВАр

С импортом получаем $P_И = 152,1$ МВт, $Q_И = -19,1$ МВАр

Потребляемая мощность $P_П = 907,8$ МВт, $Q_П = 385,9$ МВАр

Суммарные потери активной мощности составляют $\Delta P_\Sigma = 33,5$ МВт, а в процентах составляют 3,6 %.

Выполненные расчеты показали, что в крайних удаленных точках от центра питания напряжения понизились до предельно допустимого значения. Поэтому для повышения напряжения в тех узлах необходимо оптимизировать потоки реактивной мощности, тем самым понизить потери активной мощности в ЭЭС.

Оптимизация режимов с помощью алгоритмов роевого интеллекта

Для решения оптимизационных задач предложены различные стохастические алгоритмы, к которым относятся [3-4]: эволюционные алгоритмы; алгоритмы, использующие концепцию роевого интеллекта; алгоритмы, основанные на иных механизмах живой и неживой природы. Алгоритмы роевого интеллекта используют перемещения агентов одной популяции без процедур отбора, уничтожения старых и порождения новых агентов.

Чтобы процесс нахождения решения сходился к оптимуму, каждый агент в своих перемещениях учитывает только тех соседей, у которых лучшее значение критерия.

Алгоритм завершается при достижении заданного числа итераций, либо при достижении удовлетворительного решения, либо после истечения отведенного на работу времени.

Результатом работы алгоритма является наилучшее сохраненное решение. В алгоритме роя частиц каждая частица выполняет очередной шаг, ориентируясь на свое собственное наилучшее решение и на одно наилучшее решение среди всех частиц [5]. Исходя из расчета режима, основными узлами для установки компенсирующих устройств являются всего 14 узлов, это узлы в которых напряжение минимальное. Выбор значений реактивной мощности в узлах, выбранных для его разрешения, выполнен с помощью алгоритма роевого интеллекта.

Математическая постановка оптимизационной задачи заключается в минимизации потерь активной мощности, минимизация расходов на КУ и обеспечение значения $tg\varphi$ не выше 0,4. Потери активной мощности и затраты на КУ можно соединить в один критерий финансовых потерь, если учесть стоимость единицы потерь мощности КУ (1кВАр). Стоимость потерь мощности определяется тарифом, по которому снабжаются потребители. Значение $tg\varphi$ было из критериев переведено в ограничения, кроме того $tg\varphi$, был ограничен снизу, поскольку слишком низкое значение может привести к неустойчивости системы.

Математическая формулировка задачи однокритериальной оптимизации может быть сформулирована следующим образом [6-7]:

$$W(Q_k) = Z_{\Delta P} + Z_{\Delta Q_k} \to \min$$

$$Q_k = \{Q_{k1}, Q_{k2}, Q_{k3}, ..., Q_{kn}\}$$

при ограничениях $0,1 \le tg\varphi \le 0,4$

$0 \le Q_{ki} \le Q_i$, $i = 1, 2, ...$

В результате решения оптимизационной задачи определены оптимальные мощности КУ в выбранных приоритетных узлах, которые сведены в таблицу 3.

Таблица 3

Мощность КУ в связи с дискретностью округлена.

Номер узла	Мощность перед компенсации, МВАр	Рекомендуемая мощность КУ, МВАр	Номинальная мощность КУ, МВАр
22	0,43	0	0
23	1,5	0	0
24	1,1	0	0
19	0	0	0
29	2	0	0
30	30	27	30
31	30	27	30
32	20	18	20
33	3	0	0
34	3	2,7	2,5
20	3,3	0	0
17	50,8	45,72	45
18	10	0	0
06	41,1	0	0

Таким образом, в работе учитывается дискретность регулируемых параметров и дискретность мощности производимого электрооборудования КУ. В таблице 4 показаны напряжения и углы в предыдущих узлах после установки компенсирующих устройств.

Таблице 4

Напряжения и углы после установки компенсирующих устройств.

Номера узлов	Названия тяговых узлов	Напряжение,U [кВ]	Угол, δ^0	Активная мощность,P [МВт]	Реактивная мощность,Q [МВАр]
22		122,17	-25.46	1,2	0,4
23		120,55	-29,82	10,6	1,5
24		119,69	-32,40	6,4	1,1
19		111,03	-12,93		
1	2	3	4	5	6
29		110,70	-13,95	14,6	2
30	Толгойт Тяг.ПС	110,30	-14,60	40	30
31	Баян Тяг.ПС	109,35	-15,71	40	30
32	Багахангай Тяг.ПС	108,52	-16,71	25	20
33	Булагтай Тяг.ПС	108,47	-15,83	4	3
34	Багануур Тяг.ПС	108,43	-15,17	4	3
20		108,41	-14,99	11,2	3,3
17		110,72	-12,61	147,8	50,8
18		109,96	-13,53	23,1	5,8
06		115,00	-10,77	120,2	41,1

Суммарные потери активной мощности составляют $\Delta P_{\Sigma} = 30,36$ МВт, а в процентах составляют 3,2 %.

Заключение

Показана экономическая необходимость улучшения пропускной способности железнодорожного коридора Азия и Европа путем электрификации железнодорожной магистрали Китай-Монголия-Россия, с заменой маломощной тепловозной тяги на мощную электровозную тягу.

Рассмотрены условия и целесообразность компенсации реактивной мощности в энергосистеме. При этом общие потери снижаются на 11 МВт. Мероприятие по компенсации реактивной мощности окупается за 1,3 года. В предстоящем будущем необходимо выполнить исследование о влиянии тяговых электрических подстанций и электровозной тяги на качество электрической энергии в питающих электрических сетях.

Литература:

1.Манусов, В.З. Электрификация международного транспортного железнодорожного коридора «Азия - Европа» как путь устойчивого развития электроэнергетической системы монголии / В. З. Манусов, Б. В. Палагушкин, У. Бумцэнд // Известия Транссиба. – 2016. – №4(28). – С. 94-101.

2.Манусов, В.З. Оптимизация режимов городских электрических сетей мегаполиса / В. З. Манусов, Дж. С. Ахьёев, А.К. Киргизов // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2018. № 1. С. 142-145.

3.Астахов, Ю.Н. Электроэнергетические системы в примерах и иллюстрациях: Учеб. пособие для вузов/ Ю.Н. Астахов, В.А. Веников, В.В. Ежков и др., Под ред. В.А. Веникова. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 504 с., ил.

4.Русина, А. Г. Режимы электрических станций и электроэнергетических систем: [учебник] / А. Г. Русина, Т. А. Филиппова. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2014. - 399 с - (Учебники НГТУ).

5.Матренин, П.В. Разработка и исследование адаптивных методов роевого интеллекта в задачах календарного планирования / П.В. Матренин // Автоматика и програм-мная инженерия. – 2013. – № 1 (3). – С. 109–114.

6.Манусов, В.З. Анализ и оптимизация режимов электроэнергетической системы Монголии с учетом электрификации Уланбаторской железнодорожной магистрали/В.З. Манусов, У. Бумцэнд, Э. Энхсайхан//-Новое в российской электроэнергетике. -2017. -№10. - С. 55-66.

7.Железко, Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: руководство для практ. расчетов. – М.: ЭНАС, 2009. – 456 с.

ТАҲЛИЛИ РЕҶАҲОИ СИСТЕМАИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКӢ БАЪДИ ЭЛЕКТРОФИКАТСИЯИ ШОҲРОҲИ ОҲАН

У. Бумсэнд, С. Таванхошуу, Ш.М. Султонов, Ҷ.Б. Рахимов

Дар мақола муносибгардонии речаҳои системаи электроэнергетикӣ баъди электрофикатсияи шоҳроҳи оҳан ва инчунин мақсаднокии ҷуброни тавоноии ғайрифаъол дар системаи электроэнергетикӣ ва симметригардонии речаи шабакаҳои таъминотӣ нишон дода шудааст.

Калимаҳои калидӣ: системаи электроэнергетикӣ, барқикунонӣ, шоҳроҳи оҳан, ғайрисимметрияи речаҳо, муносибгардонии тавоноии ғайрифаъол.

ANALYSIS OF THE ELECTRIC POWER SYSTEM AFTER ELECTRIFICATION THE RAILWAY

U. Bumtsend, S. Tavanhoshuu, Sh.M. Sultonov, J.B. Rahimov

The optimization of the power flow in the electric power system after the electrification of the railway, as well as the expediency of reactive power compensation in the power system and the need for balancing the power flow in the supply networks is considered.

Key words: electric power system, electrification, main railway, unbalanced power flow, reactive power optimization.Analysis of the electric power system after electrification the railway

Сведение об авторах:

Бумцэнд У. – к.т.н., магистр кафедры «Энергетики и информационной технологии», Монгольский Государственный Университет Науки и Технологии, Дарханский институт технологий, г. Дархан, Монголия.

Таванхошуу С. – магистр кафедры «Энергетики и информационной технологии», Монгольский Государственный Университет Науки и Технологии, Дарханский институт технологий, г. Дархан, Монголия.

Султонов Ш.М. – к.т.н., и.о. доцента. и.о. заф. кафедрой «Электрические станции» ТТУ имени академика М.С.Осими.

Рахимов Дж.Б. – к.т.н., старший преподаватель кафедры «Электрические станции» ТТУ имени академика М.С. Осими.

УДК 621.311

АНАЛИЗ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ В ОБМОТКАХ СТАТОРА ГИДРОГЕНЕРАТОРА ПРИ ПОЯВЛЕНИИ ВЛАГИ НА ЕЁ ПОВЕРХНОСТИ

Ш.М. Султонов

Таджикский технический университет имени акад. М.С. Осими

В работе проведен анализ причин появления частичных разрядов в обмотке статора гидрогенератора при различных условиях и даны рекомендации по их снижению. В качестве объекта исследования выбран гидрогенератор 1-го блока Сангтудинской ГЭС-2, типа SF 112.5-84/13300, мощностью 125 МВА с номинальным напряжением 13,8 кВ.

Ключевые слова*:гидрогенератор, статор, обмотка, влага, частичный разряд, изоляция.*

Введение.Обеспечение надежного режима работы крупных гидрогенераторов в электроэнергетической системе с высокой долей гидроэлектростанций является основным показателем надёжности и устойчивости энергосистемы в целом. Важным параметром при обеспечении надёжной работы электрооборудования является контроль его текущего технического состояния. Это можно обеспечить путем использования систем онлайн мониторинга [1].

Одним из важных параметров надёжной работы гидрогенераторов является снижение частичных разрядов в обмотках статора и ротора гидрогенератора. Частичный разряд в обмотке статора - это электрический разряд в пустоте между проводником и заземленным сердечником, поверхностный разряд или между фазами проводника с недостаточным расстоянием. Пустоты могут быть расположены между медным проводником и изоляционной стенкой или внутри самой изоляции, между внешней изоляционной стенкой и заземленным сердечником или вдоль поверхности изоляции. Причиной образования пустот являются термический износ, плохая пропитка, циклическая нагрузка и т. д. Разряд возникает, когда электрическое напряжение превышает электрическую прочность на разрыв воздуха в пустоте. Разрывная сила воздуха составляет 3кВ/мм.

Система измерения ЧР является одним из важных параметров при диагностике изоляции высоковольтного электрооборудования. Благодаря онлайн-мониторингу частичного разряда в обмотке статора и своевременного технического обслуживания могут быть предотвращены разрушительные аварии в машине.

Рисунок 1 иллюстрирует возможное расположение пустот между проводником и заземленным сердечником, каждая из которых может быть причиной ЧР, а на рисунке 2 показана пустота, возникающая на поверхности.

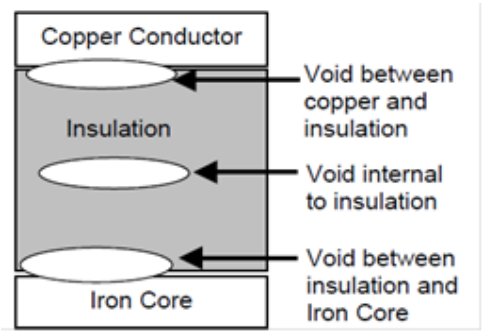


Рисунок 1: Возможные пустоты между проводником и сердечником

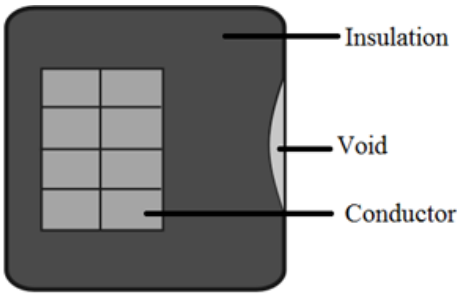


Рисунок 2: Пустота на поверхности

Гидрогенераторы Сангтудинской ГЭС-2 оснащены системой онлайн-мониторинга ЧР. Эта система использует соединительные конденсаторы для измерения ЧР. Каждая фаза статоров оснащена двумя конденсаторами для объективного измерения ЧР на гидрогенераторе и помехами отдельных систем [1,2,3]. На рисунке 3 показана схема установки конденсаторов на блоках Сангтудинской ГЭС-2.

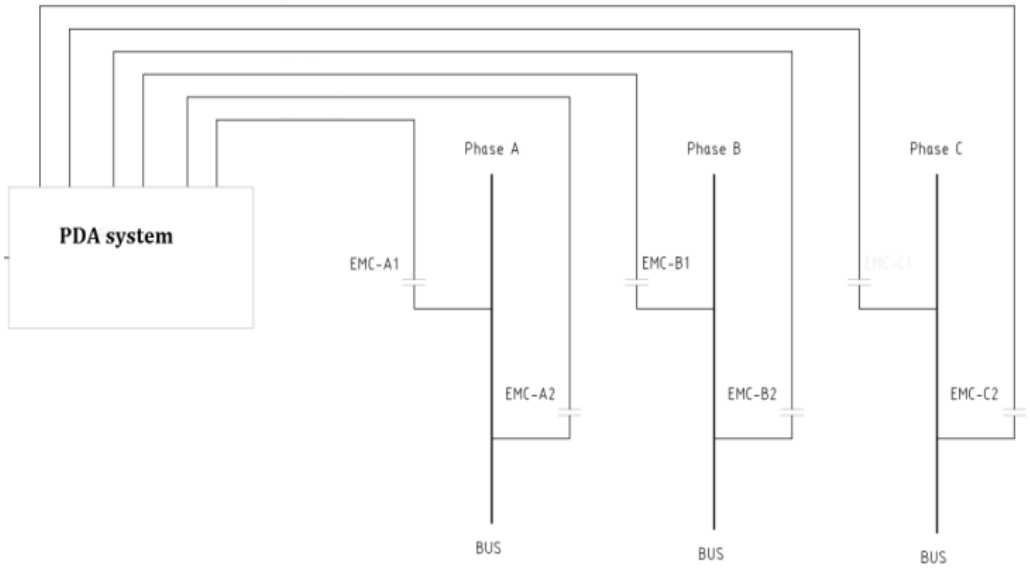


Рисунок-3: Схема установки конденсатора связи

Результаты эксперимента

Система измерения ЧР на Сангтудинской ГЭС-2 настроена на ежедневное автоматическое измерение в сервисных единицах. Кроме того, технический персонал ежемесячно проводит измерения ЧР и регистрирует результаты в зависимости от состояния устройства – активная мощность, реактивная мощность, напряжение, температура обмотки и влажность на шахте гидрогенератора. Во время мониторинга частичного разряда блока № 1 в 2017 году активность частичного разряда фазы Б возросла более чем в два раза. Это условие возникает после капитального ремонта блока. На рисунках 4 и 5 показано увеличение величины и активности частичного разряда, когда устройство работает после длительного простоя, в то время как схема частичного разряда на фазах А и Б была лучше после капитального ремонта. Рисунки 6, 7, 8 и 9 иллюстрируют изменение ЧР фаз А и Б.

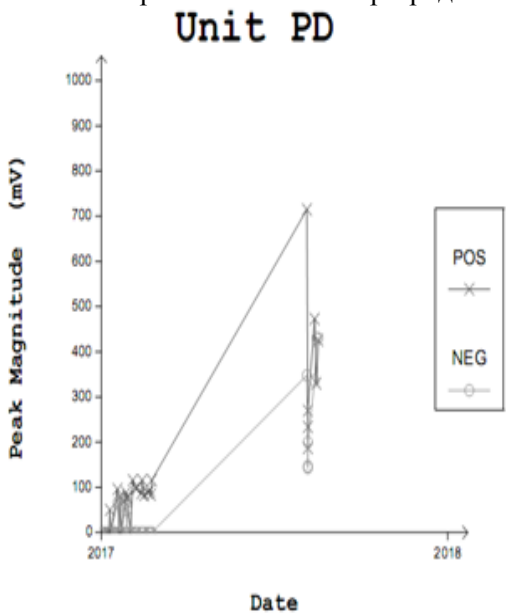


Рис. 4: Изменение величина ЧР фазы фазы Б

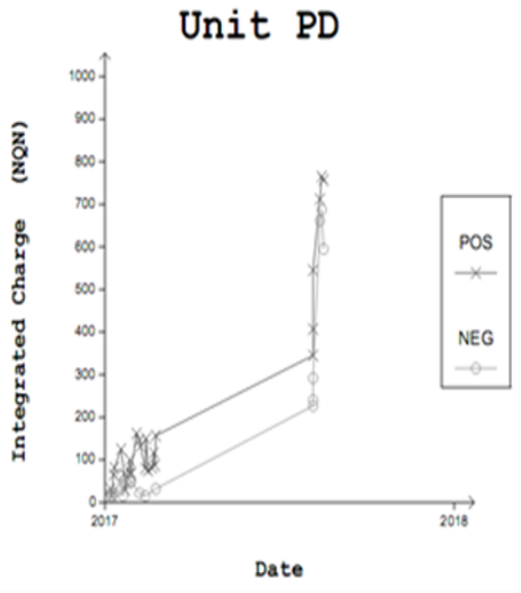


Рис. 5: Активность ЧР фазы Б

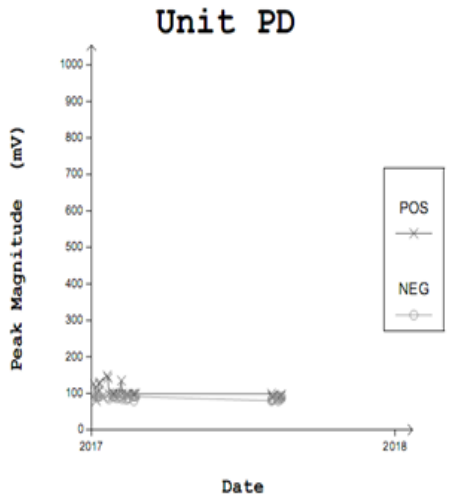


Рис. 6: Изменение величины ЧР фазы А

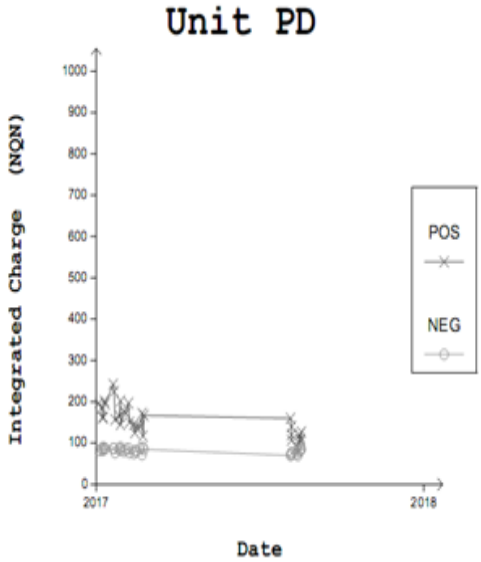


Рис. 7: Активность ЧРА во времени

До капитального ремонта положительная пластичность ЧР на фазах А и Б преобладает над негативной, что свидетельствует о поверхностной активности ЧР. После капитального ремонта ЧР величина и активность в положительной и отрицательной пластичности практически равны. Это условие показывает эффект очистки обмотки статоров. При очистке поверхности обмотки рисунок ЧР может быть уменьшен на поверхности, но состояние фазы Б было хуже гидрогенератора и обмотки в состоянии покоя составляла 20°, поскольку шахта гидрогенератора оборудована нагревателями в состоянии покоя гидрогенератора. И эти обогреватели не выходили из строя во время капитального ремонта [6,7].

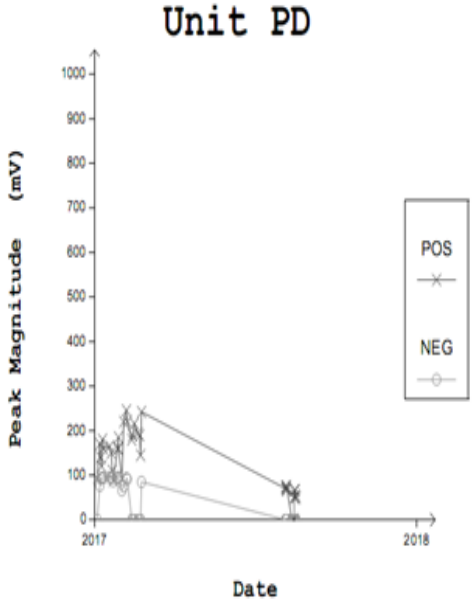


Рис.8: Вели чина ЧР фазы С во времени

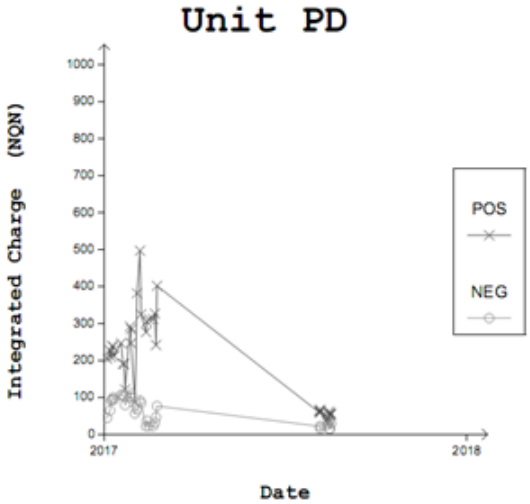


Рис. 9: активность ЧР фазы С во времени

Анализ результатов

После обнаружения увеличения ЧР блок был остановлен для устранения неполадок. Сначала проверяли поверхность обмоток статора на предмет очистки и износа, визуально состояние обмотки было нормальным. После визуальной проверки сопротивление изоляции

обмотки измеряется и сравнивается с данными, которые были измерены до капитального ремонта и ввода в эксплуатацию. Все результаты испытаний были уникальными.

Влажность шахты гидрогенератора проверена, чтобы обеспечить увеличение ЧР из-за высокой влажности в шахте гидрогенератора [4,5]. Максимальная относительная влажность составляла 42%, а максимальная точка росы составляла 12°, когда минимальная температура шахты

После запуска гидрогенератора произвели измерение ЧР в различных условиях работы гидрогенератора и при различных значениях активной и реактивной мощностях. Результаты всех измерений были практически уникальными. Но после нескольких дней, когда машина находилась в работе, картина частичного разряда начала уменьшаться [1,8]. Это состояние продолжалось до тех пор, пока активность ЧР не стала нормальной. На рисунках 10, 11 иллюстрируется картина ЧР до 6 октября 2017 г

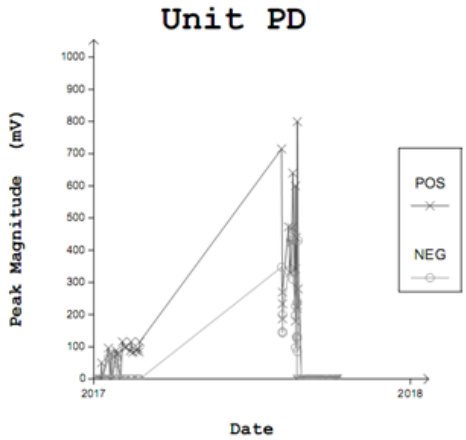


Рис. 10: Величина ЧР фазы А во времени (до 6 октября 2017 г)

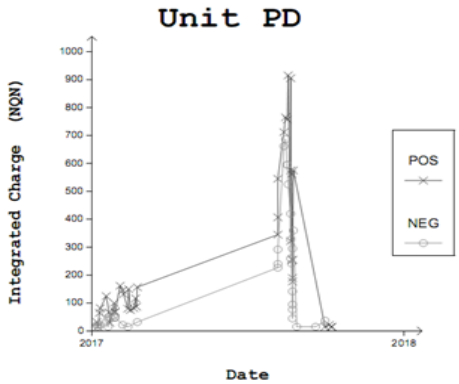


Рис. 11: Активность ЧР фазы А во времени (до 6 октября 2017г)

Проведение исследования показало, что влага, которая является основным источником увеличения ЧР, снижается очищением или испарением в некотором времени после запуска машины. Вся работа по очистке гидрогенератора была осуществлена во время капитального ремонта. Обмотки статора были очищены спиртом по рекомендации завода изготовителя. Для очистки обмоток использовали этанол с 96% пробой. После очистки дополнительно обмотки были высушены методом воздуходувки для очистки спирта с поверхности изоляции обмоток. Этот метод очистки влиял на фазы А и С, но состояние фазы Б было хуже после очистки. Причина такого состояния возникла из-за 4% -ной примеси в спирте. Эти примеси создавали влагу на поверхности обмотки и не очищались холодным дутьем. После некоторого времени эксплуатации гидрогенератора из-за нагрева обмотки поверхностная влага испарилась.

Увеличение ЧР является причиной ухудшения изоляции. Чрезмерное повышение уровня ЧР приводит к разрушению изоляции. Увеличение ЧР более чем в два раза в течение 6 месяцев является причиной технического обслуживания гидрогенератора и дополнительных испытаний изоляции обмотки статора для выявления источника дефекта [1,9,10].

Заключение.Частичные разряды происходят в системе изоляции статора вращающихся машин, где напряженность электрического поля превышает электрическую прочность. По сравнению с другими диэлектрическими испытаниями дифференцирующий характер измерений частичного разряда позволяет локализовать слабые места изоляции.

Своевременное и правильное обслуживание электрооборудования и онлайн-мониторинг состояния является главным фактором надежной работы электрооборудования в энергосистеме. При соблюдении всех требований и правильного использования метода во время очистки обмотки изоляция не будет повреждена. Во время очистки обмотки целесообразным является использование воздуходувки с теплым воздухом для удаления поверхностной влаги. Онлайн-мониторинг ЧР является целесообразным методом для обнаружения ряда неисправностей высоковольтного электрооборудования.

Литература:

1.Sh.M. Sultonov. Stator Winding Partial Discharge Rise Due to Surface Humidity / Sh.M. Sultonov, A. Bahovadinov, Kh.I. Usmonov // 2018 XIV International Scientific-Technical Conference on Actual Problems of Electronics Instrument Engineering (APEIE). 2-6 Oct. 2018. Novosibirsk, Russia. pp: 449 – 452. DOI: 10.1109/APEIE.2018.8546171.

2.IEEE Guide to the Measurement of Partial Discharges in Rotating Machinery, IEEE Std 1434™-2000 (R2005).

3.S.R. Campbell, G.C. Stone, H.G. Sedding, G.S. Klempner, W. McDermid, R.G. Bussey., PRACTICAL ON-LINE PARTIAL DISCHARGE TESTS, IEEE Transaction on energy conversion, Vol. 9, No. 2, June 1994.

4.M. Fenger and G.C. Stone Bakut P.A., Investigations into the Effect of Humidity on Stator Winding Partial Discharges, Iris Power Engineering Inc. 1 Westside Drive, Unit 2 Etobicoke, Ontario MYC 1B2, Canada.

.Zainuddin Nawawi, Yuri Muramoto Naohiro Hozumi, Masayuki Nagao., Effect of Humidity on Partial Discharge Characteristics, The 7th International Conference on Properties and Applications on Dielectric Materials, June 1-5 2003, Nagoya.

6.Особенности управления режимами гидроэнергетической системы Памира / Русина А.Г., Худжасаидов Д.Х., Русин Г.Л. // Оперативное управление в электроэнергетике. Подготовка персонала и поддержание его квалификации. - 2015. - №6. - С.41-46.

7.Karim Younsi, Dave Snopek, John Hayward, Paul Mknard, Jean C. Pellerin, Seasonal Changes in Partial Discharge Activity on Hydraulic Generators.

8.Переходные восстанавливающиеся напряжения на контактах элегазовых выключателей в режиме неудаленного короткого замыкания / Рахимов Дж.Б., Касобов Л.С.// Известия высших учебных заведений. Электромеханика. Т.62., №1. 2019. С. 113-117.

9.Yu. Sekretarev, Sh. Sultonov, M. Nazarov. "Optimization of long-term modes of hydropower plants of the energy system of Tajikistan", 2016 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing. ICIEAM 2016 - Proceedings, 2016. pp. 1-5. DOI: 10.1109/ICIEAM.2016.7911428.

10.The effective use of statcom in the electrical system of the republic of Tajikistan to reduce the losses of active power in the electric network / Manusov V.Z., Kirgizov A.K., Ahyoev J.S. // 13th international scientifictechnical conference on actual problems of electronic instrument engineering. Novosibirsk. 2016. pp. 60-63. DOI: 10.1109/APEIE.2016.7806889

ТАҲЛИЛИ ТАҲЛИЯИ ҚИСМӢ ДАР ПЕЧАҲОИ СТАТОРИ ГИДРОГЕНЕРАТОР ҲАНГОМИ НАМНОКШАВИИ САТҲИ ОН

Ш.М. Султонов

Дар мақола сабаби ба вуҷуд омадани таҳлияи қисмӣ дар печаи статори гидрогенератор ҳангоми шароитҳои гуногун таҳлил карда шудааст ва тавсияҳо барои кам кардани онҳо оварда шудаанд. Ҳамчун объекти тадқиқот гидрогенератори блоки 1-уми НБО Сангтӯда-2, тамғаи SF 112.5-84/13300 бо тавоноии 125 МВА ва шиддати номиналии 13,8 кВ интихоб карда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: гидрогидрогенератор, статор, печа, намӣ, таҳлияи қисмӣ.

STATOR WINDING PARTIAL DISCHARGE RISE DUE TO SURFACE HUMIDITY

Sh.M. Sultonov

The article proposes stator winding partial discharge observations during various conditions, spatially during moisture rise on surface of stator's winding of 125MVA hydro generator with nominal 13800V voltage. Observation conducts on unit number 1 of Sangtuda-2 Hydropower plant, SF 112.5-84/13300.

Key words: Stator, winding, partial discharge, hydropower plant, insulation.

Сведения об авторе:

Султонов Шерхон Муртазокулович – к.т.н, и.о. доцента, заведующий кафедрой «Электрические станции» ТТУ имени академика М.С. Осими. Тел: 937–00–44–44. E–mail: sultonzoda.sh@mail.ru

УДК 621.316

ВЛИЯНИЕ «ОТСОСА» НА УСЛОВИЯ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМЫ ЗАНУЛЕНИЯ

Ш.С. Саъдуллозода

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Как известно, в сетях до 1 кВ имеет место некоторая несимметрия напряжений и токов, которые приводят к тому, что и при нормальном режиме работы линии на зануленных корпусах электропотребителей присутствует потенциал. В данной работе рассматривается влияние токов, возникающих в повторных заземлителях PEN-проводников соседних воздушных линий и металлоконструкциях, находящихся вблизи

линий (так называемый «отсос» тока) на условия электробезопасности системы зануления.

Ключевые слова: *зануление, ток «отсоса», повторное заземление, условия электробезопасности.*

Известно, что значительную часть электрических сетей до 1 кВ образуют воздушные линии, отличительной особенностью которых является несимметрия напряжений и токов. В связи с этим, даже при нормальном режиме работы линии, на зануленных корпусах электрооборудований возникает потенциал, который определяется, в основном, величиной тока несимметрии и сопротивлением заземляющих устройств нулевого проводника [1-3].

Также на ток несимметрии оказывают влияние токи, возникающие в повторных заземлителях *PEN*-проводников соседних воздушных линий и в металлических конструкциях, находящихся вблизи. Этот процесс называется «отсос»-ом тока.

Учитывая конфигурацию всех линий подстанции и расстановки заземлителей *PEN*-проводников расчет тока «отсоса» ВЛ-0,38 кВ весьма трудоемок. В этом плане в литературе существуют противоречивые сведения. Например, в [4] приводится, что за счет «отсоса» через повторные заземлители в *PEN*-проводе ток уменьшается и составляет около 30 %. При этом отмечается, что на ток «отсоса» влияет количество параллельных линий и заземлений *PEN*-провода. Это же утверждение приводится в [5], где говорится, что при существовании больше трех повторных заземлителей на линии, только половина из них участвует в «отсосе» тока.

В [6] проведена количественная оценка «отсоса» тока ВЛ-0,38 кВ в режиме однофазного короткого замыкания, где сравниваются полученные расчетные величины тока ОКЗ (формула (1)) и измеренное значение тока.

$$I_{\text{окз}} = \frac{U_{\text{ф}}}{Z_{\text{т}}/3 + Z_{\text{п.ф-о}}}. \qquad (1)$$

Основываясь на серию расчётов, выполненных с помощью ЭВМ, авторы в [6] выявили влияние на ток «отсоса» различных факторов, таких как количество заземлений *PEN*-проводника, значения сезонных колебаний удельного сопротивления грунта, сечение нулевого провода, длина поврежденной воздушной линии и т.д. В результате был сделан вывод, что для IV климатической зоны по удельному сопротивлению грунта, при расстоянии между заземлениями в 100м и *PEN*-проводнике марки А-16 (режим максимального влияния) ток в *PEN*-проводнике оказался на 30–35 % меньше чем ток, рассчитанный по формуле выше. К тому же для I климатической зоны по удельному сопротивлению грунта, при расстоянии между заземлителями в 200м и *PEN*-проводнике марки А-95 (режим минимального влияния) расхождение между расчетным и измеренным значениями составило 1-2 %.

Токораспределение в схеме зануления при наличии параллельной ВЛ и влияние тока, возникающего в повторных заземлителях *PEN*-проводника, для 2-х четырехпроводных воздушных сетей 0,38 кВ с общим источником питания (рисунок 1) исследуется в [3]. Протяженность линии сети составляет 2000 м и *PEN*-провод имеет 8 повторных заземлителей.

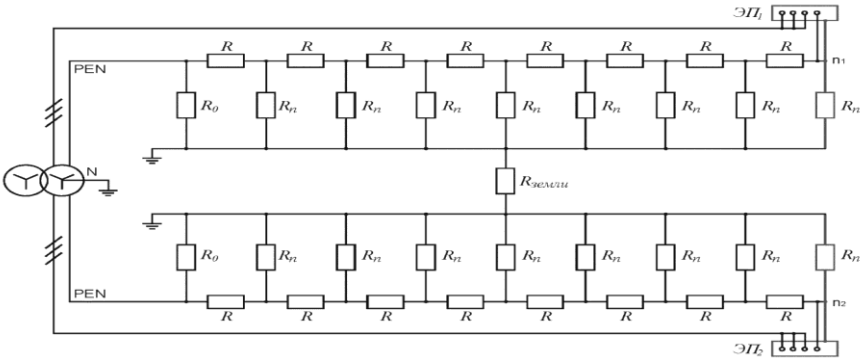


Рис. 1. Четырехпроводная воздушная сеть с напряжением 0,38 кВ с общим источником питания: $ЭП_1 ... ЭП_2$ - электроприемники;
$R_{земли}$ - сопротивление земли; R_0 - сопротивление заземления нейтрали;
R_n - повторные заземлители PEN-проводника; R – сопротивления PEN-проводника на равных участках провода

В ходе аналитических и экспериментальных исследований распределения токов, возникающих в системе «PEN-проводник-повторные заземлители-земля» параллельных ВЛ, имеющих единый источник питания, авторы [3] получили значения от 0,024А до 0,33А.

В другой совместной работе [7] был сделан вывод, что «отсос» тока через повторные заземления в режиме однофазного короткого замыкания на PEN-проводник достигает 13 %. Полученный результат соответствует линии, имеющей пять повторных заземлений при длине секции нулевого провода между ними, равной 1 км. Однако, в [8] приводится другая позиция по значению тока «отсоса» через повторные заземления. В частности, авторы указывают на то, что согласно требованиям ПУЭ расстояние между заземляющими устройствами, предназначенными для повторного заземления должно быть, не более 200 м, для районов с числом грозовых часов в году до 40, и не более 100 м, для районов с числом грозовых часов в году более 40. Маловероятной является и указанная длина линии, равная 5 км. Следует отметить, что, согласно [7] длина магистрали до наиболее удаленного участка составляет 0,3–0,8 км, что подтверждается и исследованиями ЮУрГУ электрических сетей 0,38 кВ «Челябэнерго», в результате которых определена длина магистрали, равная 2 км [3]. Помимо того, при расчетах в [4-5, 7] не учитывались индуктивные сопротивления проводов и сопротивления взаимоиндукции между ними.

Исследования авторов в [8] показали, что максимальный «отсос» тока через заземляющие устройства составляет 3,7 %. Однако, по причине несоответствия длины реальных сетей, требованиям норм технической эксплуатации, на практике, расчетные случаи, предлагаемые в [6, 8] не встречаются. Поскольку с увеличением длины линии увеличивается сечение провода и соответственно уменьшается его удельное сопротивление, то условия «отсоса» тока будут менее благоприятным по сравнению с расчетными. Очевидно, влияние заземляющих устройств других линий будет еще меньше. Это говорит о том, что вопреки данным [4-7] при расчете режимов обрыва фазного провода или короткого замыкания между фазными проводниками и *PEN*-проводником, а также при расчёте нормального режима работы линии влиянием заземляющих устройств *PEN*-проводника можно пренебречь.

Обобщая приведенный материал, можно утверждать, что при исследованиях условий электробезопасности в системе зануления влиянием «отсоса» можно пренебречь.

Литература:

1. Рожавский, С.М. Проблема несимметрии в сельских электрических сетях / сост. С.М. Рожавский // Сер. Линии электропередачи и подстанции, сельская электрификация. – М.: Информэнерго, 1981. – 55 с.

2. Рожавский, С.М. Статистические характеристики несимметрии токов и напряжений в сельских сетях 0,4/0,23 кВ / С.М. Рожавский, Ю.Ф. Свергун // Руководящие материалы по проектированию электроснабжения сельского хозяйства. – М.: Изд-во ОНТИ «Сельэнергопроект». – 1971. – № 9. – С. 53–62.

3. Семенова, М.Н. Обоснование перехода от глухозаземленной нейтрали к изолированной в сетях электроустановок сельскохозяйственного назначения напряжением до 1000 В: дис. ... канд. техн. наук / М.Н. Семенова. – Челябинск: ЧГАА, 2011. – 153 с.

4. Левин, А.Ш. О выборе способов повышения чувствительности защиты от однофазных к. з. в сельскохозяйственных распределительных сетях / А.Ш. Левин, И.М. Фексон // Энергетика и электрификация. – 1988.

5. Сукманов, В.И. Исследование распределения токов нулевой последовательности в нормальном и аварийном режиме работы сельских сетей 0,38 кВ / В.И. Сукманов. – Труды МИИСП, 1974. – Выпуск 3.

6. Воронов, О.Н. Влияние повторных заземлений в линиях 0,38 кВ на работу защиты от однофазных к.з. / О.Н. Воронов, А.П. Сердешнов, Г.П. Чучман, Н.Е. Шевчик // Энергетик.– 1988.– № 7.– С. 24.

7. Херсонский, А.С. Обнаружение замыканий на землю сельских воздушных линий 0,38 кВ / А.С. Херсонский. – В кн.: Рациональная электрификация сельского хозяйства. –М.: МИИСП, 1984.

8. Андреев, В.А. Влияние заземляющих устройств нулевого провода на токи нулевой последовательности в воздушных сетях напряжением 0,38 кВ / В.А. Андреев, А.Л. Дубов, В.Ф. Шишкин // Электричество. – 1989.– №12. – С. 54–56.

ТАЪСИРИ ҲОДИСАИ «ҶАБИДАН»-И ҶАРАЁН БА ШАРОИТИ БЕХАТАРИИ ЭЛЕКТРИКИИ ШАБАКАИ СИФРВАСЛӢ

Ш.С. Саъдуллозода

Одатан дар шабакаҳои шиддаташон то 1 кВ ҳолати несимметрияи ҷараён ва шиддат ҷой дорад, ки дар навбати худ боис мегарданд, то дар ҳолати муқаррарии кории хатҳои барқи ҳавоӣ низ дар қисмҳои сифрваслашудаи дастгоҳҳои электрикӣ потенсиал пайдо гардад. Дар кори мазкур таъсири ҷараёне, ки дар заминваслаҳои такрории PEN-ноқил аз ҳисоби хатҳои барқии ҳавоии ҳамсоя ҷорӣ мешаванд (яъне, ҳодисаи «ҷабидан»-и ҷараён), баррасӣ мегардад.

Калимаҳои калидӣ: сифрваслӣ, ҷараёни «ҷабидашуда», заминваслаи такрорӣ, шароити бехатарии электрикӣ.

THE INFLUENCE OF «SUCTION» ON CONDITIONS ELECTRICAL SAFETY IN NEUTRAL EARTHING SYSTEMS

S. Sadullozoda

As you know, in networks up to 1 kV there is a nonmmetry of voltages and currents, which lead to the fact that in the normal mode of operation of the line on the zanulennyh housings of power consumers there is a potential. In this paper, we consider the influence of currents arising in the re-grounding PEN-conductors of adjacent overhead lines and in metal structures located near the lines (the so-called "suction" current) on the conditions electrical safety of the neutral earthing systems.

Key words: neutral earthing, "suction" current, re-grounding, the conditions of electrical safety

Сведения об авторе:

Саъдуллозода Шахриёр Саъдулло – к.т.н., начальник отдела международных связей ТТУ имени академика М.С. Осими. E-mail: saidaliev.ss@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ НИТРИДОВ В КАЧЕСТВЕ МОДИФИКАТОРОВ СПЛАВОВ АЛЮМИНИЯ

Тошев М.Т.

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Приведено обоснование модифицирующего эффекта, оказываемого на структуру алюминиевых сплавов тугоплавкими химическими соединениями нитридов переходных металлов, и предложен их геном.

Ключевые слова: *модификаторы, лигатуры, расплав, алюминий, сплавы, наследственность, геном.*

Одними из способов, улучшающих свойства алюминия и его сплавов, являются тугоплавкие добавки нитридов переходных металлов. Нитриды получают в виде мелкокристаллических лигатур (МКЛ). Они измельчают первичные зёрна силуминов (сплавов на основе алюминия), при этом обеспечивают значительное повышение их прочности.

Несмотря на известность таких лигатур, ещё пока не внесена ясность в существование определённой связи между химическими, механическими, кристаллографическими и геометрическими показателями взаимодействующих твёрдых частиц и растворимых примесей – модификаторов, которая важна для получения наибольшего эффекта измельчения структуры сплава.

Авторы работы [1] на основании анализа большого объёма экспериментального материала совокупность основных параметров МКЛ охарактеризовали как геном лигатуры. В качестве примера привели обобщённое выражение матрицы генома лигатуры Al-Ti и представили в следующем виде:

$$\begin{Bmatrix} C_{Ti} \\ ФС \\ \bar{A} \\ M \\ N \end{Bmatrix} \Rightarrow \begin{Bmatrix} СПЛАВ \\ Р \\ ИМ \\ Ж \\ С \end{Bmatrix}$$

В левой части матрицы приведены учитываемые составляющие генома лигатуры: C_{Ti} – содержание титана в лигатуре, %; ФС – фазовый состав интерметаллида (ИМ); $\bar{A}$ – средний размер ИМ, мкм; М – морфология ИМ (Б – блочная, П – пластинчатая, С – смешанная, КИ и МИ – крупно- и мелкоигольчатая); N – количество ИМ (шт/см^2 или шт/см^3).

В правой части матрицы представлен объект ответственности или действия составляющих генома: СПЛАВ – марка модифицируемого сплава или система сплава; Р – расход лигатуры, %; ИП – инкубационный период действия ИМ, мин.;

Ж – живучесть ИМ, ч.; С – свойство модифицируемого сплава.

Исходя из модели, представленной в работе [2], механизм модифицирования сводится к образованию групп атомов модифицируемого объекта, обладающих наибольшим статистическим весом и наибольшей энергетической устойчивостью стабильных конфигураций локализованной части валентных электронов.

Развивая указанные представления [1-4], мы можем утверждать, что образовавшаяся группа атомов, представляющая ближний порядок в кристаллах и элементы структуры в расплавах, а также характеризующая микронеоднородность в них [5], представляет собой химико-структурированные единицы наследственности (ХСЕН) – гены [6] с устойчивой тетраэдрической (ТЭ) или октаэдрической (ОЭ) электронной конфигурацией и координациями с четырьмя sp^3-, sd^3-, sp^2d- и шестью s^2p^4, s^2d^4, spd^4, sp^3d^2 - эквивалентными связями и углами между ними в 109.5º и 90º, соответственно. Обоснованием такого утверждения могут стать приведённые в результате анализа обобщённые литературные данные [2, 9] по характеристикам геометрических форм кристаллов соединений нитридов (см. табл. 1-2).

Таблица 1

Характеристики геномов соединений нитридов – носителей структурной информации

Геном / Соединение		Химическая формула	Структурный тип (дальний порядок)	Конфигурация генетического кода (ближний порядок)	Координационное число	Тетраэдрический угол	Теплота образования из элементов, ΔH_{298} *в Кдж/моль*	Температура плавления, $T_{пл.}$ *в К*
Нитрид	лантана	LaN	ГЦК	ОЭ	6	90°	299.36	2783
	серия	CeN	ГЦК	ОЭ	6	90°	326.57	2848
	празиодима	PrN	ГЦК	ОЭ	6	90°	–	2827
	неодима	NdN	ГЦК	ОЭ	6	90°	–	1873
	самария	SmN	ГЦК	ОЭ	6	90°	214.01	2797
	европия	EuN	ГЦК	ОЭ	6	90°	314.01	2840
	гадолиния	GdN	ГЦК	ОЭ	6	90°	314.01	2773
	тербия	TbN	ГЦК	ОЭ	6	90°	314.01	2728
	диспрозия	DyN	ГЦК	ОЭ	6	90°	314.01	2820
	голмия	HoN	ГЦК	ОЭ	6	90°	314.01	2815
	эрбия	ErN	ГЦК	ОЭ	6	90°	314.01	2805
	тулия	TmN	ГЦК	ОЭ	6	90°	314.01	2799
	иттербия	YbN	ГЦК	ОЭ	6	90°	314.01	2795
	лутеция	LuN	ГЦК	ОЭ	6	90°	314.01	2788
Примечание: ОЭ – октаэдрический								

Нитриды относятся к структурному типу NaCl, имеющему плотную гранецентрированную кубическую решетку (ГЦК). При образовании кристаллов соединений возникают гены с устойчивой доминантной октаэдрической sp^3d^2-конфигурацией и ковалентными связями (таб. 1-2).

Подтверждением чего могут служить их диэлектрические свойства [7-9].

Таблица 2

Характеристики геномов соединений нитридов – носителей структурной информации

Геном / Соединение	Нитрид						
	Sc	Y	Ti	Zr	Hf	V	Cr
Химическая формула	ScN	YN	TiN	ZrN	HfN	VN	CrN
Структурный тип (дальний порядок)	ГЦК	ГЦК	ГЦК	ГЦК	ГЦК	ГЦК	ГЦК
Конфигурация генетического кода (ближний порядок)	ОЭ	ОЭ	ОЭ	ОЭ	ОЭ	ОЭ	ОЭ
Координационное число	6	6	6	6	6	6	6
Октаэдрический угол	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°
Теплота образования из элементов, ΔH_{298} в *Кдж/моль*	284.70	299.36	336.62	365.51	369.44	251.21	118.07
Температура плавления, $T_{пл.}$ *в К*	3173	2943	3203	3263	3583	2593	2043
Микротвёрдость, ГПа	11.5	13.7	20.0	16.0	22.0	14.9	10.8

При образовании кристаллов соединений мононитридов в расплаве возникают гены с доминантно-устойчивой октаэдрической sp^3d^2-конфигурацией. В них образуется шесть эквивалентных ковалентных прочных связей, которые предопределяют высокие свойства твердости и тугоплавкости [5].

Все соединения, приведённые в таблицах 1-2, отвечают условиям, предъявляемым к лигатурам и модификаторам, которые выполняют роль геномов в них, т.к. устойчивость этих соединений является основным критерием переносимости структурной информации от шихтовых металлов к расплаву, а затем к отливке [10].

В свою очередь, на устойчивость фаз указывают их величины энтальпий образования и температуры плавления. К примеру, среди нитридов наиболее эффективными модификаторами могут быть нитриды титана, циркония и гафния, имеющие сравнительно высокие показатели данных величин (табл. 2). К сказанному следует добавить, что нами выявлена зависимость этих свойств и микротвёрдости от концентрации или доли химико-структурированных единиц наследственности в элементарной ячейке кристалла. Например, в элементарной ячейке кристаллической решетки мононитридов заполнены все октаэдрические пустоты, а в других нитридах с отличительным стехиометрическим составом – наполовину или на ⅓. В связи с чем, последние не входят в ряд хороших модификаторов алюминиевых расплавов.

Таким образом, на основании применения теории валентных связей, молекулярных орбиталей и направленности химических связей, определяющих стереохимию неорганических соединений, а также третьей закономерности ЯСН мы попытались дать сведения о ХСЕН, которые могут проявлять упомянутые элементы в соединениях и являться дополнением к матрице геномов МКЛ при генном модифицировании, впервые предложенном авторами работы [1]. Следует отметить, что для составления характеристики геномов нитридов воспользовались тремя принципами Лавеса Ф.: пространственным принципом; принципами симметрии и объединения. Согласно этим принципам были проанализированы 15 тысяч соединений, которые объединены в двухсотку структурных типов. Эти цифры позволили нам определить структуры и влияние геометрии пространства на стехиометрический состав этих соединений.

Литература:

1. Никитин, В.И. Наследственность в литых сплавах / В.И. Никитин, К.В. Никитин. – М.: Машиностроение-1, 2005. – 476 с.

2. Самсонов, Г.В. Конфигурационная модель вещества / Г.В. Самсонов, И.Ф. Прядко, Л.Ф. Прядко. – К.: Наукова Думка, 1971. – 230 с.

3. Явление структурной наследственности с точки зрения коллоидной модели / [П.С. Попель, О.А. Чикова] // Цветные металлы, 1992. – № 9. - С. 53.

4. Гаврилин, И.В. Плавление и кристаллизация металлов и сплавов / И.В. Гаврилин. – Владимир: Владимирский гос. ун-т, 2000. – 260 с.

5. О химико-структурированных единицах, выполняющих роль элементов структуры расплава / [Т.Д. Джураев, Э.Р. Газизова, М.Т. Тошев] // Металлургия машиностроения. – М.: Литейное производство, 2012. – № 5. – С. 24.

6. Кристаллизация и структурообразование как особые случаи формирования наследственных признаков веществ / [Т.Д. Джураев, Э.Р. Газизова, М.М. Хакдодов] // Труды VII международного научно-технического симпозиума «Наследственность в литейных процессах» – Самара: СамГТУ, 2008. – С. 299.

7. Синельникова, В.С. Алюминиды / В.С. Синельникова, В.А. Подёргин, В.Н. Речкин. – К.: Наукова Думка. – 1965. – 243 с.

8. Механизм образования химико-структурированных единиц наследственности кристалла с позиции теории плотнейших шаровых упаковок / [Э.Р. Газизова, Т.Д. Джураев, М.Т. Тошев и др.] // Вестник Таджикского национального университета. – Душанбе: Сино, 2016. – № ¼ (216). – С. 52-55.

9. Механизм образования химико-структурированных единиц наследственности кристалла с позиции, основанной на квантовой химии / [Э.Р. Газизова, Т.Д. Джураев, М.Т. Тошев и др.] // Вестник Таджикского национального университета. – Душанбе: Сино, 2016. – № ¼ (216). – С. 201-206.

10. Мелкокристаллическая лигатура как матрица генома при модифицировании алюминиевых сплавов / [Т.Д. Джураев, Э.Р. Газизова, М.М. Хакдодов, Ф.К. Рахимов] // Труды VIII Всероссийской научно-технической конференции с международным участием «Наследственность в литейно-металлургических процессах». – Самара: СамГТУ, 2018. – С. 195-203.

ИСТИФОДАБАРИИ НИТРИДҲО ҲАМЧУН МОДИФИКАТОРИ ХӮЛАҲОИ АЛЮМИНИЙ

М.Т. Тошев

Таъсири самараи модифитсиронии пайвастагиҳои химиявии душворгудози нитриди металлҳои гузаранда ба сохтори хӯлаҳои алюминий асоснок карда шуда ва геномҳои онҳо пешниҳод шудааст.

Калимаҳои калидӣ: модификаторҳо, лигатурҳо, гудохта, алюминий, хӯла, ирсият, геном.

APPLICATION OF NITRIDES AS ALUMINUM ALLOYS MODIFIERS

M.T. Toshev

The substantiation of the modifying effect exerted on the structure of aluminum alloys by refractory chemical compounds of transition metal nitrides is presented and their genome is proposed.

Key words: modifiers, ligatures, melt, metals, aluminum, alloys, heredity, genome.

Сведения об авторе:

Тошев Мансур Толибжонович – к.т.н., ст. преп. кафедры «Металлургия» ТТУ им. ак. М.С. Осими. *E-mail:* toshev1102@mail.ru.

УДК 669.715.620.193

УДЕЛЬНАЯ ТЕПЛОЕМКОСТЬ И ИЗМЕНЕНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА АБ1 (Al+1%Be)

Р.Д. Исмонов, И.Н. Ганиев, Х.О. Одиназода, А.М. Сафаров, Н.Ф. Иброхимов

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В режиме «охлаждения» исследована удельная теплоемкость сплава АБ1 в интервале температур 300-800 К. Вычислено изменение термодинамических функций (энтальпии, энтропии и энергии Гиббса) сплава в зависимости от температуры.

Ключевые слова: *удельная теплоемкость – сплав АБ1– энтальпия – энтропия - энергия Гиббса – эталон (Си марки М00).*

Введение.

Для повышения модуля упругости алюминий часто легируют элементами, которые отличаются высоким модулем упругости. К таким элементам относится бериллий (Е=31000 кг/мм^2) и кремний (Е=11950 кГмм^2). Легирование алюминия кремнием неэффективно, так как для повышения модуля упругости алюминиевых сплавов пришлось бы вводить более 50%Si. Наиболее эффективной добавкой для повышения модуля упругости алюминиевых сплавов является бериллий [1,2].

Для повышения модуля упругости в 1,5-2 раза надо ввести в алюминиевые сплавы бериллия больше, чем его содержится в эвтектическом сплаве (рис.1).

Высокомодульные алюминиево-бериллиевые сплавы имеют достаточную технологическую пластичность и прессуются, катаются, штампуются значительно лучше, чем чистый бериллий. При высоких содержаниях бериллия двойные сплавы Al-Be имеют высокий модуль упругости, но обладают недостаточной прочностью и малым сопротивлением ползучести [1,2].

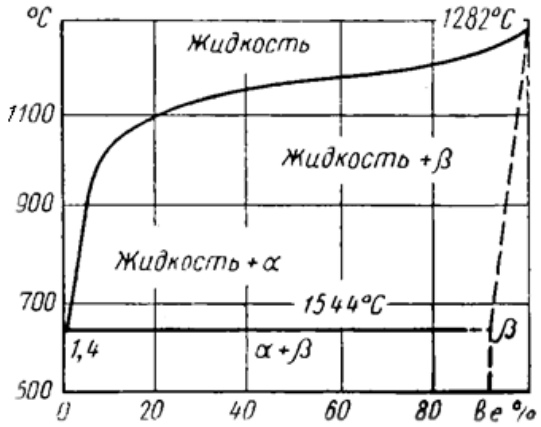


Рис. 1. Диаграмма состояния сплавов Al+Be [1,2].

Так, при 40% Be предел прочности двойных в отожженном состоянии сплавов не превышает 20-30 кг/мм^2, при относительном удлинении, равном 14-18%.

Для повышения предела прочности сплавов содержание бериллия увеличивают до 57-76%. Однако при этом заметно снижается пластичность. Так, например, прессованный сплав, содержащий 64% Be, имеет в отожженном состоянии σ = 37 кГ/мм^2, δ= 9 %, E = 20000 кг/мм^2 [1,2].

В зависимости от содержания легирующих добавок и бериллия получены два типа высокопрочных и высокомодульных сплавов на основе системы алюминий-бериллий:

1. сплавы, не упрочняемые термической обработкой, с $\sigma_в$ 40÷60 кГ/мм^2, δ= 8÷20%, E = 10000÷18000 кГ/мм^2 при содержании 15÷60% Be и с суммой других добавок до 15%;

2. сплавы, упрочняемые термической обработкой с $\sigma_в$ 52÷69 кГ/мм^2, δ= 8÷1%, E= 11500÷ 14500 кГ/мм^2 при 15÷ 40% Be с суммой других добавок до 10% [1,2].

Однако в общедоступной литературе и в сети интернета сведения о теплофизических свойствах и термодинамических функциях сплава АБ1 отсутствуют.

Экспериментальные результаты и их обсуждение

Для измерения удельной теплоемкости металлов применяли закон охлаждения Ньютона-Рихмана. Любой тело, имеющее температуру выше окружающей среды, охлаждается, и скорость его охлаждения зависит от коэффициента теплоотдачи и величины теплоемкости тела [4-6].

Для определения скорости охлаждения строят кривые охлаждения образцов. Кривые охлаждения представляет собой зависимость температуры образца от времени при охлаждении его на воздухе.

Передача тепла от более нагретого тела к менее нагретому - процесс, стремящийся к установлению термодинамического равновесия в системе, состоящей из огромного числа частиц, то есть это релаксационный процесс, который можно описать во времени экспонентой. В нашем случае нагретое тело передает свое тепло окружающей среде, т. е. телу с бесконечно большой теплоёмкостью. Поэтому температуру окружающей среды можно считать постоянной (T_0). Тогда закон изменения температуры тела от времени в виде $\Delta T = \Delta T_1 e^{-\tau/\tau_1}$, где ΔT - разность температур нагретого тела и окружающей среды; ΔT_1 - разность температур нагретого тела и окружающей среды при $\tau = 0$; τ_1 - постоянная охлаждения, численно равная времени, в течение которого разность температур между нагретым телом и окружающей средой уменьшается в *e* раз.

Зная массы образцов m_1 и m_2, скорости охлаждения образцов и удельную теплоемкость эталон C^0_{p1}, можно вычислить удельную теплоемкость неизвестного образца C^0_{p2} по уравнению:

$$C^0_{P_2} = \frac{C^0_{P1}\, m_2 \left(\frac{dT}{d\tau}\right)_1}{m_1 \left(\frac{dT}{d\tau}\right)_2}, \quad (1)$$

где $m_1=\rho_1 V_1$ –масса эталона;

$m_2=\rho_2 V_2$ –масса изучаемого образца;

$\left(\frac{dT}{d\tau}\right)_1, \left(\frac{dT}{d\tau}\right)_2$ - скорости охлаждения эталона и изучаемого образца при данной температуре.

На практике находится средняя скорость охлаждения $\frac{\Delta T}{\Delta \tau}$, где ΔT ≈ 20К, Δτ – промежуток времени, соответствующий ΔT.

Методика исследования теплоёмкости сплавов подробно описана в работах [3-12].

Целью данной работы является определение удельной теплоёмкости

алюминиевого сплава АБ1 по известной удельной теплоёмкости эталонного образца из меди марки М00.

Полученные в ходе эксперимента зависимости температуры образца от времени охлаждения для сплава АБ1 представлены на рисунке 2 и описываются уравнением вида:

$$T = T_0 + \frac{1}{2}\left[(T_1 - T_0)\, e^{-\tau/\tau_1} + (T_2 - T_0) e^{-\tau/\tau_2}\right] \quad (2)$$

При дифференцировании уравнения (2) по τ для скорости охлаждения сплавов имеем:

$$\frac{dT}{d\tau} = -\left(\frac{T_1 - T_0}{\tau_1}\right) e^{-\tau/\tau_1} + \left(\frac{T_2 - T_0}{\tau_2}\right) e^{-\tau/\tau_2}. \quad (3)$$

С помощью уравнений (3) нами рассчитаны скорости охлаждения образцов сплава АБ1 и эталона, которые графически представлены на рис. 3.

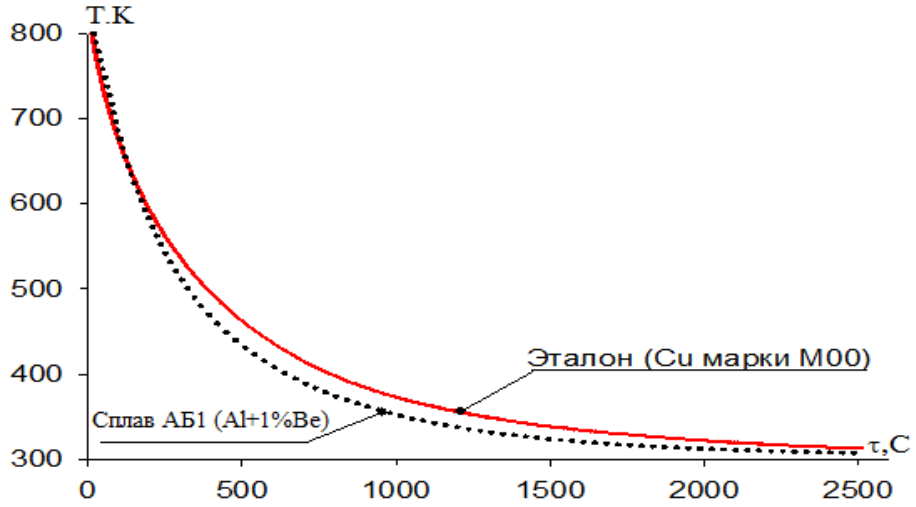


Рис. 2. График зависимости изменения температуры образцов (T) сплава АБ1 от времени охлаждения для эталона (Cu марки М00) и сплава АБ1.

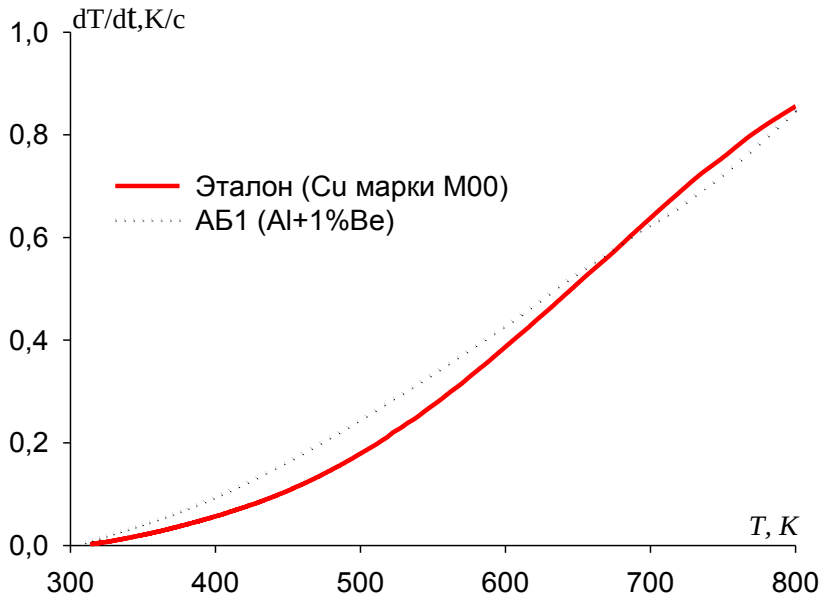


Рис. 3. Температурная зависимость скорости охлаждения образцов из сплава АБ1 и эталона (Cu марки М00).

Температурная зависимость удельной теплоемкости сплава АБ1, рассчитанная по (1), приведена на рисунке 4. С учётом скорости охлаждения эталона (Cu марки М00) и исследуемых образцов для температурной зависимости удельной

теплоемкости сплава АБ1 в интервале температур 300-800 К получены следующие полиномы:

$$C_P^{0\,АБ1} = 0.9409 + 7.94\cdot10^{-4}T - 8.73\cdot10^{-7}T^2 + 1.36\cdot10^{-9}T^3; \quad (4)$$

и для эталона (Cu марки М00)

$$C_P^{(CuM00)} 0.3245 + 0.0002751T - 2.87\cdot10^{-7}T^2 + 1.42\cdot10^{-10}T^3. \quad (5)$$

Уравнение (4) получено экспериментально, а уравнение (5) выведено из литературных данных [5]. На рисунке 4 приставлен график зависимости удельной теплоемкости сплава АБ1 и эталона (Cu марки М00).

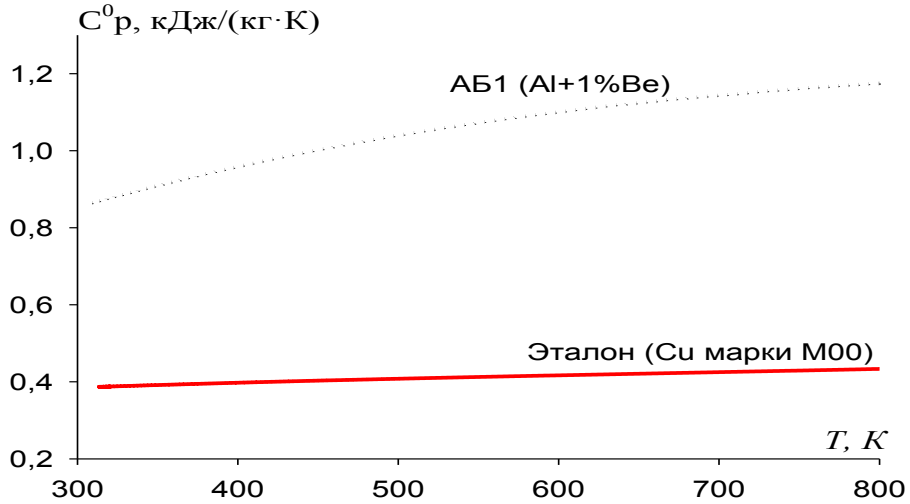


Рис. 4. Температурная зависимость удельной теплоемкости сплава АБ1 и эталона (Cu марки М00).

С использованием рассчитанных данных по теплоемкости АБ1 и полученных экспериментальных величин скоростей охлаждения определяли коэффициент теплоотдачи $\alpha(T)$ (Вт/К·м^2) для сплава АБ1 по формуле:

$$\alpha = \frac{Cm\frac{dT}{d\tau}}{(T-T_0)\cdot S}, \quad (6)$$

где: T и T_0 – температура образца и окружающей среды, S и m - площадь поверхности и масса образца, соответственно.

Температурная зависимость коэффициента теплоотдачи для сплава АБ1 и эталона (Cu марки М00) имеет вид (рисунок 5)

.

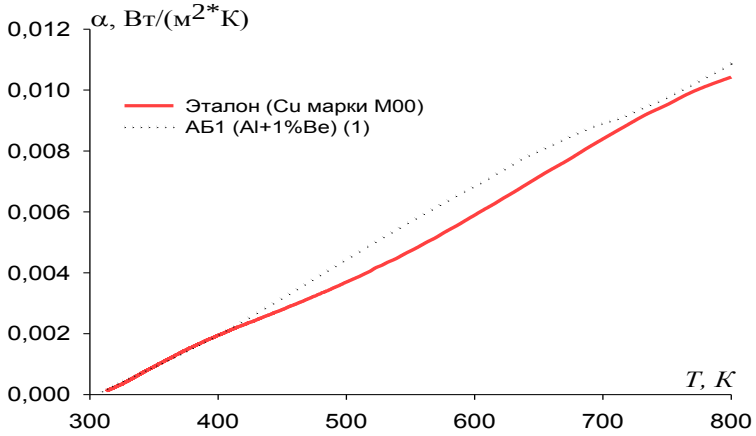


Рис. 5. Температурная зависимость коэффициента теплоотдачи сплава АБ1 и эталона (Cu марки М00).

При вычислении температурной зависимости изменений энтальпии, энтропии и энергии Гиббса были применены интегралы от удельной теплоемкости по уравнению (8), значения коэффициентов которых приведены в таблице 1.

$$C_P^0 = a + bT + cT^2 + dT^3. \quad (7)$$

Таблица 1

Значения коэффициентов a, b, c, d в уравнении (7) для сплава АБ1 и эталона (Cu марки М00).

Сплав	a, Дж/(кг•К)	в, Дж/(кг•К)	c, Дж/(кг•К)	d, Дж/(кг•К)	Коэффициент корреляции, R, %
Эталон (Cu марки М00)	0.3245	$2.75\cdot10^{-4}$	$-2.87\cdot10^{-7}$	$1.42\cdot10^{-10}$	1.00
Сплав АБ1	0.3575	$2.17\cdot10^{-3}$	$-1.92\cdot10^{-6}$	$-6.06\cdot10^{-10}$	1.00

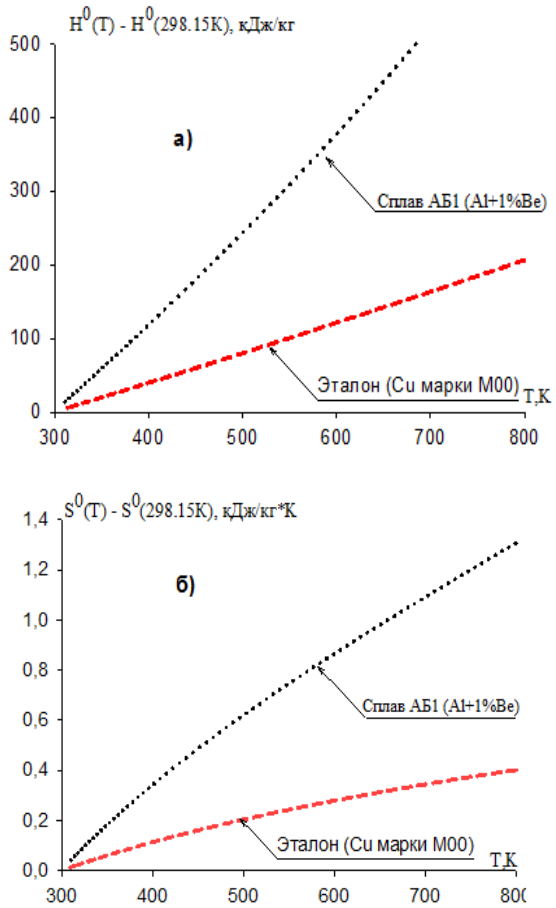
$$H^o(T) - H^o(T_0) = a(T - T_0) + \frac{b}{2}\left(T^2 - T_0^2\right) + \frac{c}{3}\left(T^3 - T_0^3\right) + \frac{d}{4}\left(T^4 - T_0^4\right); \quad (8)$$

$$S^o(T) - S^o(T_0) = a\ln\frac{T}{T_0} + b(T - T_0) + \frac{c}{2}\left(T^2 - T_0^2\right) + \frac{d}{3}\left(T^3 - T_0^3\right); \quad (9)$$

$$[G^0(T) - G^0(T_0)] = [H^0(T) - H^0(T_0)] - T[S^0(T) - S^0(T_0)], \quad (10)$$

где T_0 = 298,15.

На рисунке 6 представлено графически изменение термодинамических функций сплава АБ1 и эталона (Cu марки М00).



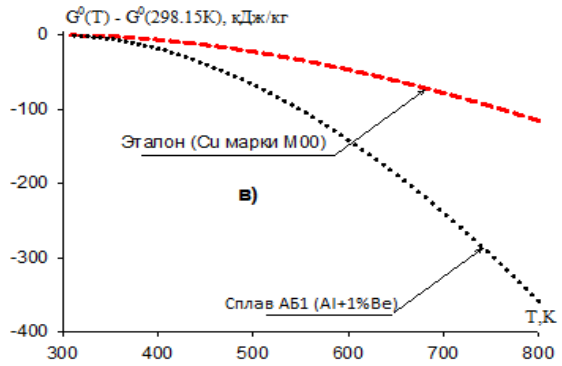


Рис. 6. Температурная зависимость изменений энтальпии (а), энтропии (б) и энергии Гиббса для сплава АБ1 и эталона (Cu марки М00).

Как видно из рис. 6, с ростом температуры теплоемкость и коэффициент теплоотдачи, энтальпия, энтропия сплава АБ1 увеличиваются, а значение энергии Гиббса уменьшается. Таким образом, полученные полиномы температурной зависимости изменений термодинамических функций и теплофизических характеристик сплава АБ1 описывают их с точностью $R_{корр.}$ = 0.999.

Литература:

1.Алюминиевые сплавы (Состав, свойства, технология, применение.) Справочник // под общей редакцией И.Н. Фридляндера. Киев: Коминтех. 2005. 365 с.

2.Золоторевский В.С., Белов Н.А. Металловедение литейных алюминиевых сплавов. М.: МИСиС. 2005. 376 с.

3.Сафаров А.М., Самиев К.А. Тепловые и теплофизические свойства алюминиево бериллиевых сплавов с редкоземельными металлами // Известия АН РТ. Отделение физ. матем., хим., геол. и техн. наук 2007. №1. С. 27-35.

4.Ганиев И.Н., Муллоева Н.М., Низомов З., Обидов Ф.У., Иброхимов Н.Ф. Температурная зависимость теплоемкости и термодинамических функций сплавов системы Pb-Ca // Теплофизика высоких температур. 2014. Т.52. №1. С.147-150.

5.Иброхимов Н.Ф., Ганиев И.Н., Низомов З., Ганиева Н.И., Иброхимов С.Ж. Влияние церия на теплофизические свойства сплава АМг2 // Физика металлов и металловедения. 2016. т. 117. №1. С. 53-57.

6.Исмонов Р.Д., Ганиев И.Н., Одиназода Х.О, Сафаров А.М, Курбонова М.З. Влияние содержания галлия, индия и таллия на анодное поведение алюминиевого сплава АБ1 (Al+1%Be), в нейтральной среде // Вестник СибГИУ. 2018. **№2 (24).** С. 22-26.

7.Ганиев И. Н., Ниёзов Х.Х., Гулов Б.Н., Низомов З, Бердиев А.Э. Температурная зависимость теплоемкости и термодинамических функций сплава АКlМ2, легированного празеодимом и неодимом // Вестник СибГИУ. 2017. №3. С. 32-39.

8.Зиновьев В.Е. Теплофизические свойства металлов при высоких температурах. Справ. изд., М.: Металлургия. 1989. 384с.

9.Азимов Х.Х., Ганиев И.Н., Амонов И.Т., Иброхимов Н.Ф. Влияние лития на теплоёмкость и изменение термодинамических функций алюминиевого сплава АЖ2.18 // Вестник МГТУ им. Г.И. Носова. 2018. Т.16. №1. С. 37-44.

10.Умаров М.А., Ганиев И.Н. Температурная зависимость теплоемкости и изменение термодинамических функций свинца марки С2 // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2018. Т. 20. №1. С.23-29.

11.Зокиров Ф.Ш., Ганиев И.Н., Бердиев А.Э., Иброхимов Н.Ф. Температурная зависимость теплоемкости и термодинамических функции сплава АК12-М2, модифицированного стронцием. // Известия СПбГТИ (ТУ). №41. 2017. С. 22-26.

12.Иброхимов Н.Ф., Ганиев И. Н., Ганиева Н.И. Влияние иттрия на теплофизические свойства сплава АМг2 // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. 2017. №2. (67). С. 177-187.

ГАРМИҒУНҶОИШИ ХОС ВА ТАҒЙИРЁБИИ ФУНКСИЯҲОИ ТЕРМОДИНАМИКИИ ХӮЛАИ АЛЮМИНИИ АБ1 (Al+1%Be)

Р.Д. Исмонов, И.Н. Ганиев, Х.О. Одиназода, А.М. Сафаров, Н.Ф. Иброҳимов

Бо тарзи “хунуккунӣ” гармиғунҷоиши хоси хӯлаи АБ1 дар фосилаи ҳарорат аз 300-800 К омӯхта шуда, тағйирёбии функсияҳои термодинамикӣ (энталпия, энтропия ва энергияи Гиббс)-и хӯла вобаста аз ҳарорат муайян карда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: гармиғунҷоиши хос, хӯлаи АБ1, энталпия, энтропия, энергияи Гиббс, эталон (Cu тамғаи М00).

SPECIFIC HEAT CAPACITY AND CHANGE OF THERMODYNAMIC FUNCTIONS OF ALUMINUM ALLOY AB1 (Al+1%Be)

R.D. Ismonov, I.N. Ganiev, H.O. Odinazoda, A.M. Safarov, N.F. Ibrohimov

In the “cooling” mode, the specific heat capacity of the AB1 alloy investigated in range temperature on 300–800 K. The thermodynamic functions (enthalpy, entropy, and Gibbs energy) of the alloy calculated on depending to the given temperature.

Key words: specific heat, alloy АБ1, enthalpy, entropy, Gibbs energy, standard (Cu of mark M00).

Сведения об авторах:

1. Исмонов Рустам Довудович – аспирант ТТУ имени М.С.Осими. E-mail: ird-78@mail.ru Телефон: (+992) 918786898

2. Ганиев Изатулло Наврузович – академик АН РТ, д.х.н., профессор ТТУ им. ак. М.С.Осими, E-mail: ganiev48@mail.ru Телефон: (+992) 934884879

3. Одиназода Хайдар Одина – д.т.н., профессор, Ректор ТТУ им. ак. М.С.Осими, член.-корр. АН РТ. E-mail: odhaidar@ mail.ru Тел.: (+992) 987764444

4. Сафаров Ахрор Мирзоевич – д.т.н., проф. каф. «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» ТТУ имени академика М.С. Осими. E-mail: ahrorsafarov1963@mail.ru Тел: (+992) 935350900

5. Иброхимов Насимжон Файзуллоевич – к.т.н., ст. преп. каф. «Материаловедение металлургические машины и оборудования» ТТУ им. ак. М.С. Осими. E-mail: nasimqon@mail.ru Телефон: (+992) 939444746.

УДК 620.179.118

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ ПЕСКОСТРУЙНОЙ ОБРАБОТКОЙ

Азизов Р.О., **Вохидов А.А., **Мирзамидинов И.М., **Дододжонов М.

**Академия наук Республики Таджикистан*

*** Горно-металлургический институт Таджикистана*

В настоящей статье рассмотрены вопросы обработки поверхности стальных деталей с помощью пескоструйной обработки. Целью обработки является создание развитой шероховатости поверхности под последующее газо-термическое напыление. При этом изучена взаимосвязь между дистанцией пескоструйной обработки и размера пескодувного материала с высотой микронеровностей, оценённых параметрами шероховатости Rz и Ra. По результатам исследования в работе даются рекомендации по оптимальным параметрам режимов обработки.

Ключевые слова: *обрабатываемая поверхность, пескодувный материал, шероховатость, размер песка, прочность сцепления, восстановление.*

Введение

Важным фактором снижения технической готовности автомобильного парка, является необеспеченность ремонтного производства запасными частями. Расширение производства новых запасных частей связано с увеличением материальных и трудовых затрат. Около 75% деталей автомобилей, забракованных при первом капитальном ремонте, являются ремонтно-пригодными, либо могут быть использованы вообще без восстановления [1,2]. Поэтому целесообразной альтернативой расширения производства запасных частей является вторичное использование изношенных или восстанавливаемых в процессе ремонта автомобиля деталей.

Одним из наиболее эффективных методов очистки различного типа поверхностей является пескоструйная обработка. Она применяется для очистки металлических, каменных, бетонных, древесинных и даже кожных поверхностей. Сущность данного метода заключается в обработке поверхностей путем воздействия песка, применяемого в качестве абразивного средства. Под действием перепада давления воздуха песок с высокой скоростью направляется на обрабатываемую поверхность.

Пескоструйная обработка металлов в основном применяются для получения матовых поверхностей, а также для последующего нанесения нового рабочего слоя. Такую обработку осуществляют при помощи пескоструйного аппарата.

Цель работы.

Разработка пескоструйного аппарата и исследование влияние пескоструйной обработки на качество поверхности. В конструкторском бюро Горно-металлургического института Таджикистана изготовлен опытный образец такого аппарата. Изготовленный аппарат, по своим возможностям практически не уступает серийному оборудованию. Данный аппарат, позволяет эффективно выполнять работы по очистке поверхностей из различных материалов, а также подготовить поверхность под газотермическое напыление.

Оборудование и материалы

Одним из немаловажных элементов пескоструйного аппарата является емкость, из которого абразив подается в систему (рис.1). В качестве такой емкости можно применить эллипсоидной формы ёмкость из стали марки Ст.3. Такая форма ёмкости отлично переносит значительные механические нагрузки и давления.

Для наполнения емкости абразивным материалом к металлическому баллону приварен отрезок трубы. Для удобства засыпных материалов вверху крепится специальная горловина, используемая в качестве воронки.

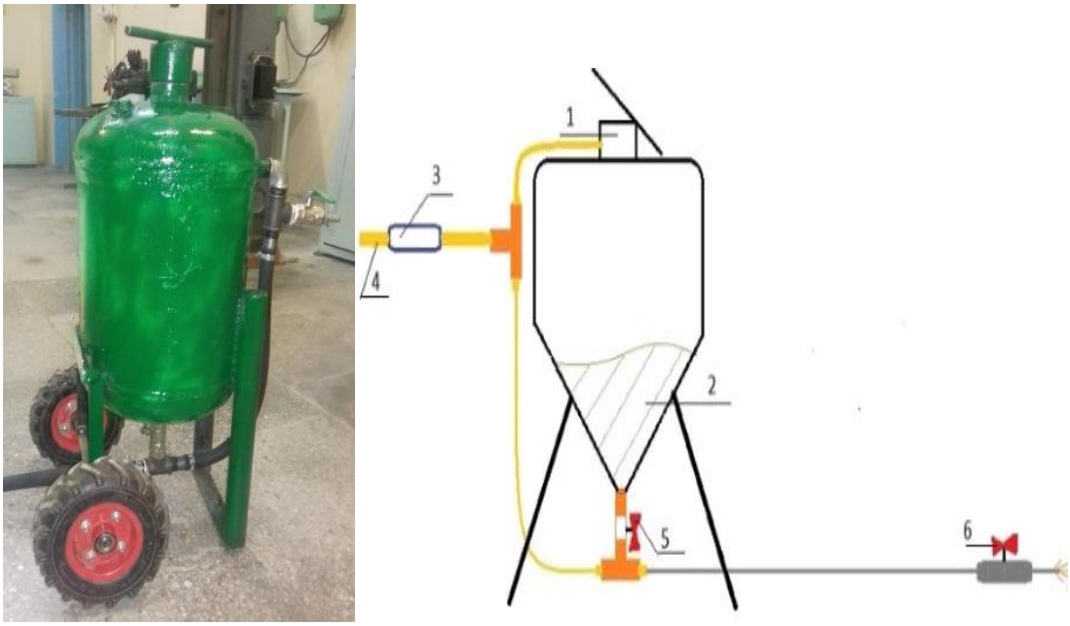


Рис. 1. -Пескоструйный аппарат: 1-горловина; 2-песок; 3-фильтр; 4-устройство подачи воздуха (компрессор); 5-кран-регулятор подачи песка; 6- сопло-распылитель.

Основным элементом пескоструйного аппарата является компрессор, необходимый для создания потока воздуха с требуемым давлением в магистралях установки (рис.2). Поток воздуха проходя по основному шлангу параллельно рукава для забора абразивного материала, создает вакуум, способствуя абразиву всасываться в основную магистраль и смешиваться с воздушной струей.

Для нормальной работы пескоструйного аппарата её конструкция должна включать в себя шланги требуемого диаметра, электрические кабели для обеспечения питания рабочей установки, соединительные штуцера, краны и дозаторы.

Помимо компрессора, важнейшим элементом пескоструйной установки, является сопло, создающее абразивную струю с требуемым давлением на расстоянии от 100 до 150 мм и во многом влияет на эффективность её работы.

С целью исследования микронеровностей поверхности стальных изделий, полученных методом пескоструйной обработки, в работе были поставлены эксперименты, где в качестве зернистого материала использовались кварцевый и рудный пески различной фракции.

Рис. 2. - Компрессорная установка в натуральном виде.

Для определения зернистости кварцевого и рудного песка использованы сита размером ячеек $S_1 \geq 0{,}7$мм, $S_2 \geq 1{,}0$мм, $S_3 \geq 1{,}7$мм и $S_4 \geq 2{,}2$мм (табл. 1,2).

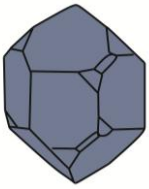
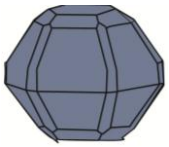
Таблица 1

Показатели зернового состава песка

№	Вид песка	Состав песка	Насыпная плотность песка, т/м^3	Насыпная плотность песка, кг/м^3
1	Кварцевый песок	$SiO_2 \approx 94\%$, глинозём, Ca, Fe, Mn и др. элементы	1,4÷1,65	1400÷1650
2	Рудный песок	Fe, Zn, Au, Pb, Ca и др. элементы	2,4÷2,7	2400÷2700

Таблица №2

Геометрические и механические свойства используемых пескодувных материалов

№	Фото зерна	Изображение макроструктуры зерна песка х200	Кристаллическая форма зерна песка	Коэффициент твёрдости песка
1	Кварцевый песок	Зерно кварцевого песка	 Тригональная форма	6÷7 по шкале Маос
2	Рудный песок	Зерно рудного песка	 Гексигональная форма	4÷6 Средний коэффициент твердость по шкале Маос

В процессе пескоструйной обработки учитывалась форма зерна. Сферические частицы распределяют свое соударение по большей области, смягчая удар и потенциально создавая круглую впадину на поверхности [1], иногда называемой рихтованной отделкой.

При изменении формы песка с угловатыми частицами (колотая), соударение может быть сконцентрировано в точке или в остром крае, генерируя гравированное, матовое состояние поверхности, которое является характерно ярким, но не отражающей поверхностью.

В условиях изменения поверхностных особенностей, сравнение рихтованной и гравированной поверхностей, созданных различно-формированными частицами, контраст находится не столько в конечной текстуре или глубине отпечатка, сколько в природе углублений на поверхности.

При пескоструйной обработке размер частиц имеет важный эффект на число соударений в секунду, что позволяет уменьшить время обработки до минимума. Большие частицы могут быть способными к созданию больших углублений и большей текстуры в поверхности, тогда как более малые производят впадины или угловые выбоины меньшего диаметра. В некоторых случаях выбор размера частиц диктует поверхностные характеристики, такие как отверстия или узкие места, где дробь или песок могут проникнуть менее эффективно, быть задержанным или провалиться в углубления детали.

Для обеспечения эффективности пескоструйной обработки необходимо учитывать ударную вязкость или сопротивление материала на разрыв обрабатываемого материала. Этот фактор проявляет себя в интенсивности расходования пескоструйного материала и стоимости расходных материалов, но это может также быть проблемой в условиях генерации пыли от разрушения частиц и объема отходов для утилизации.

Давление распыления или скорость частиц играют главную роль в условиях обработки и оказывает прямое влияние на качество поверхностной подготовки. Большинство материалов типа речного песка, используемых для наружной пескоструйной обработки зданий, очень рыхло и не переживает первое же соударение с основанием, что фактически не позволяет использовать такой песок в камерах с рециркуляцией пескодувного материала.

Очевидно, для установления целесообразности применения рассмотренных материалов необходимо объединить все их свойства, чтобы определить их полноценность для применения пескоструйной обработки. Материал детали и тип пескоструйного оборудования диктуют определенные

требования по выбору пескоструйных материалов. Выбор обычно представляет собой известный процесс последовательного исключения на основании технических требований к качеству поверхности[3].

Пескоструйное оборудование может быть выбрано также в зависимости от типа выбираемого пескодувного материала. Системы подачи сжатого воздуха, всасыванием или под давлением, могут вообще использоваться с большинством типов пескодувных материалов, тогда как системы с турбинными колесами имеют намного меньший диапазон применения.

Кроме этого, для проведения экспериментов были изготовлены 4-вида сопла различных диаметров (рис.3).

Рис.3. Сопла различных диаметров

К преимуществам пескоструйного аппарата следует отнести то, что после такой обработки микронеровность поверхности деталей хорошо сглаживается и не разрушается.

Методика проведения эксперимента. Образцы изготавливались из стали 45, размером Ø20мм и толщиной 5мм. Давление сжатого воздуха с песком составило 4÷5 бар. Результаты исследования пескоструйной обработки рудным песком с размером зернистости S≥ 1,7 мм приведены в таблице №3. Шероховатость оценивалась параметрами Ra, Rz и определялась на профилометре-296.

Таблица 3

Способ подготовки образцов и используемые сопла

№	Виды обработки	марка материала	Сопло (штуцер)	Фото деталей
1	Ток. и пес.обраб. (нар. вид)	Сталь 45	Ø 6мм	а) токарная обработк б)пескоструйная
2	Ток. и пес.обраб. (нар. вид)	Сталь 45	Ø 5мм	а) токарная обработка б)пескоструйная обработка
3	Ток. и пес.обраб. (нар. вид)	Сталь 45	Ø8*мм	а) токарная обработка б)пескоструйная
4	Ток. и пес.обраб. (нар. вид)	Сталь 45	Ø6*мм	а) токарная обработка б)пескоструйная

Примечание: Знак (*), указывающий на спиральную форму внутреннего диаметра сопла (Ø8*мм и Ø6*мм).

В работе изучено влияние размера пескодувного материала (S) и расстояния от сопла до поверхности обрабатываемого образца (L) на шерховатость обработанной поверхности Rz. Результаты исследований приведены на рис. 4 и 5.

2 типа песка × 4 фракции(размера)

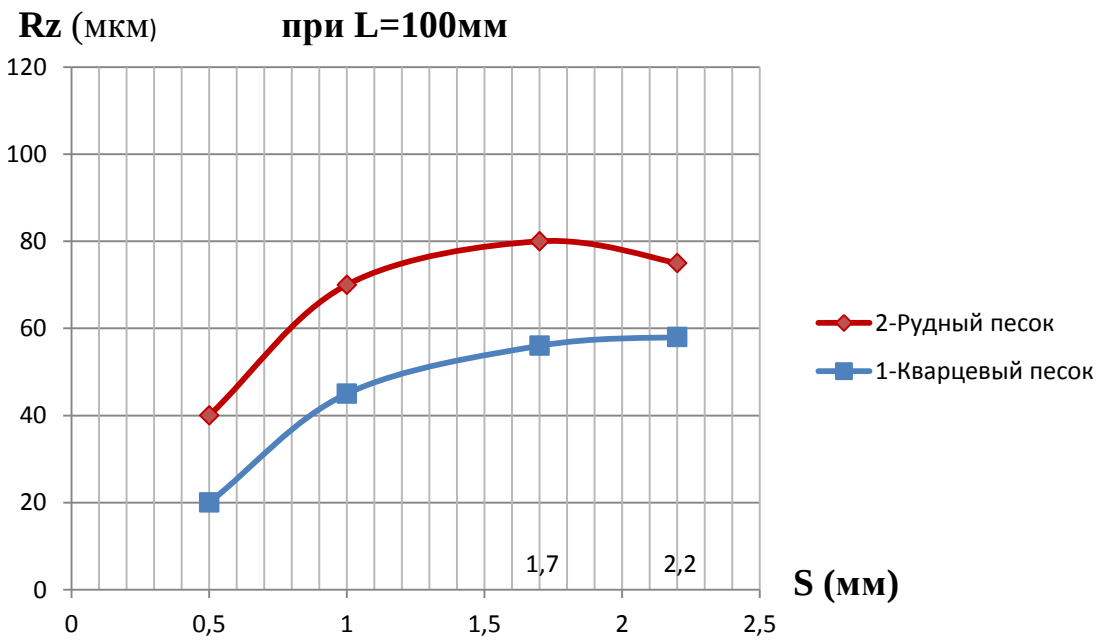


Рис.4. Влияние средного размера зерна на шерховатость поверхности.

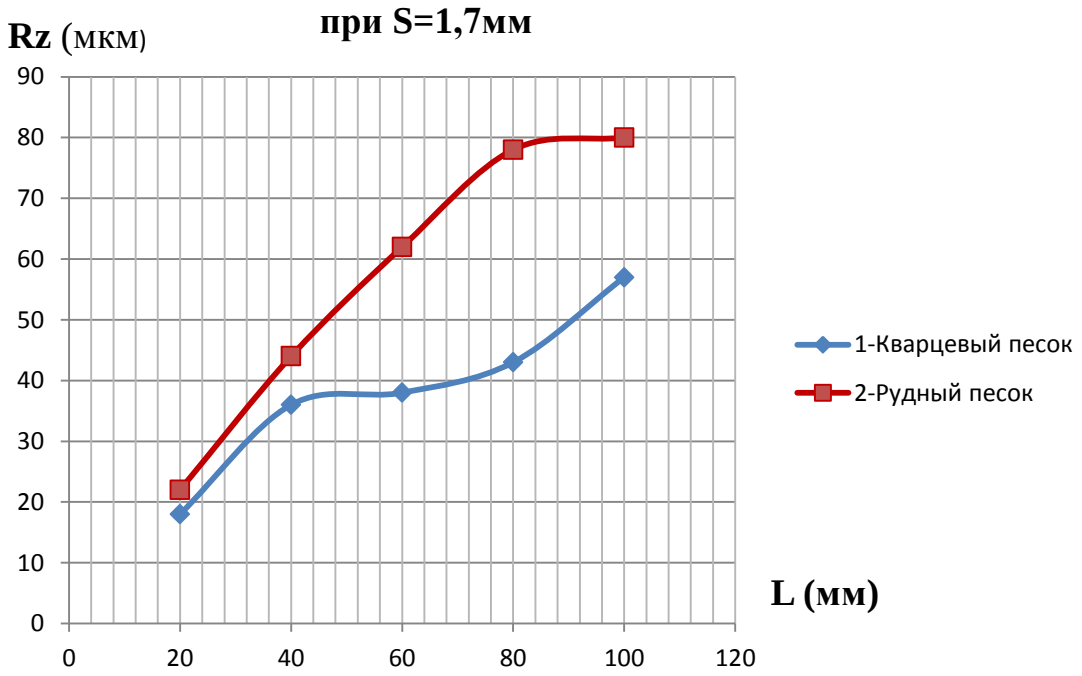


Рис.5. Влияние расстояния от сопла до поверхности обрабатываемого образца на шероховатость поверхности

При этом установлены оптимальные показатели пескодувного материала, а именно рудного песка, для которого $L = 100$мм, а $S \geq 1{,}7$мм, что объясняется формой частиц, а также массой и твердостью пескодувного материала (табл. 4).

Таблица 4

Результаты экспериментов по изучению шероховатости поверхности пескоструйной обработкой

Прибор	Виды обработки		Марка материала	Поверхности обработки	Средние значение после 5 число замеров(мкм)	Класс шероховатости (по стандарту)	Шероховатость Ra по стандарту, мкм	Шероховатость Rz по стандарту, мкм
Профилометр-296 Длина трассы 1,5 Отсечка шага 2,5 Предел измерения 10	Токарная обработка (наружный измерение)		Сталь 45	1	2,45	6	2,5	10
Профилометр-296 Длина трассы 1,5 Отсечка шага 2,5 Предел измерения 10	Пескоструйна я обработка (наружный измерение)	сопло Ø6 мм 3÷5 бар	Сталь 45	1	8,85	4	10	40
Профилометр-296 Длина трассы 1,5 Отсечка шага 2,5 Предел измерения 10	Токарная обработка (наружный измерение)		Сталь 45	1	2,48	6	2,5	10
Профилометр-296 Длина трассы 1,5 Отсечка шага 2,5 Предел измерения 10	Пескоструйная обработка (наружный измерение)	сопло Ø 5мм 3÷5 бар	Сталь 45	1	10,25	3	20	80
Профилометр-296 Длина трассы 1,5 Отсечка шага 2,5 Предел измерения 10	Токарная обработка (наружный измерение)		Сталь 45	1	4,95	5	5	20
Профилометр-296 Длина трассы 1,5 Отсечка шага 2,5 Предел измерения 10	Пескоструйна я обработка (наружный измерение)	сопло Ø8 мм 3÷5 бар	Сталь 45	1	6,85	4	10	20
Профилометр-296 Длина трассы 1,5 Отсечка шага 2,5 Предел измерения 10	Токарная обработка (наружный измерение)		Сталь 45	1	2,45	6	2,5	10
Профилометр-296 Длина трассы 1,5 Отсечка шага 2,5 Предел измерения 10	Пескоструйная обработка (наружный измерение)	сопло Ø 6 мм 3÷5 бар	Сталь 45	1	5,75	4	10	40

Выводы. Результатами исследований установлено, что лучшим пескодувным материалом является рудный песок колотой формы, средний размер зерна которого лежит в пределах S $\approx$1,7мм; при этом оптимальным расстоянием (L)для обработки поверхности является L=90÷110мм. Такой вид обработки рекомендуется при восстановлении изношенных деталей машин методом газотермического нанесения покрытий, что может повысит ресурс работы восстановленных деталей не менее чем в 2 раза.

Литература:

1.Каталог. Материалы для пескоструйной обработки-Guyson International Ltd.- 2009. – 326 с.

2.Хасуи А., Моригаки О. Наплавка и напыление. – М.: Машиностроение, 1985. – 192с.

3.Теория и практика нанесения защитных покрытий/П.А. Витязь, В.С. Ивашко, А.Ф. Ильющенко и др. – Мн .: Беларуская навука, 1998. – 583с.

БАЛАНД НАМУДАНИ СИФАТИ САТҲИ ҚИСМҲОИ ПӮЛОДИН БО УСУЛИ ПОШДИҲИИ ҚУМӢ

Р.О. Азизов, А.А. Воҳидов, И.М. Мирзомиддинов, М. Дадоҷонов

Дар мақола масъалаҳои коркарди сатҳҳои қисмҳои пӯлодин бо усули пошдиҳии қумӣ баррасӣ шудааст. Коркарди номбурдашударо барои ҳосил намудани сатҳи ғайрисуфта дар қабати берунии ҷузъҳои мошина ва бо мақсади дар оянда барқарор намудани сатҳҳои хӯрдашуда истифода бурдан мумкин аст. Ҳамзамон вобастагӣ ва таъсири ду омил – масофаи пошдиҳӣ ва андозаҳои қуми корӣ ба суфтагии сатҳи коркардшаванда омӯхта шудааст, ки сифати он бо нишондиҳандаҳои Rz ва Ra баҳо дода мешаванд. Дар асоси натиҷаҳои тадқиқот нишондиҳандаҳои оптималии усули коркард оварда, тавсия мешаванд.

Калимаҳои калидӣ: сатҳи коркардшаванда, маводи пошдиҳӣ, суфтагии сатҳ, андозаи қум, мустаҳкамии часпиш, барқароркунӣ.

IMPROVING THE QUALITY OF STEEL PARTS SANDBLASTING

R.O. Azizov, A.A. Vohidov, I.M. Mirzamiddinov, M. Dadojonov

This article addresses the issues of surface treatment of steel parts by sandblasting.The purpose of treatment is to create a developed surface roughness under the subsequent gas-thermal spraying. At the same time, the relationship between the sandblasting distance and the size of the sandblasting material with the height of asperities, estimated by the roughness parameters Rz and Ra, was studied. According to the results of the study, recommendations are made in the work on the optimal parameters of the processing modes.

Key words: surface to be treated, sand blasting material, roughness, sand size, adhesion strength, restoration.

Сведения об авторах:

Азизов Рустам Очильдиевич – д.т.н., профессор, заместитель президента Академии наук Республики Таджикистан, автор более 120 научных работ. E-mail: rustam.azizov57@gmail.com

Вохидов Ахрорджон Ахмадович – ассистент кафедры «Технология машиностроения» Горно-металлургического института Таджикистана, автор более 10 научных работ. E-mail: ahrordjon88@mail.ru

Мирзамиддинов Илхом Мирзоевич – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Технология машиностроения» Горно-металлургического института Таджикистана, автор более 40 научных работ. E-mail: ilkhom.60@mail.ru

Дадоджонов Мухаммаджон – старший преподаватель кафедры «Технология машиностроения» Горно-металлургического института Таджикистана. E-mail: m.dadodjonov@mail.ru

УДК 620.193:669.017

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ УДЕЛЬНОЙ ТЕПЛОЕМКОСТИ СПЛАВА АК12, МОДИФИЦИРОВАННОГО ИТТРИЕМ

С.Т. Бадурдинов, И.Н. Ганиев*, Р.Х. Саидов, Н.Ф.Иброхимов*

Таджикский технический университет им. М. С. Осими

Институт химии им. В.И.Никитина АН Республики Таджикистан

В работе приведены результаты экспериментального исследования влияния иттрия на удельную теплоемкость сплава АК12. Показано, что добавки иттрия

уменьшают удельную теплоемкость исходного сплава АК12.

Ключевые слова: *сплав АК12 – иттрий - режим «охлаждения» - удельная теплоёмкость – температурная зависимость.*

Введение.Изучению физико-механических свойств алюминиевых сплавов в настоящее время придаётся большое значение, поскольку они стали широко применяться в различных областях промышленности. Однако в сети интернета и общедоступных литературных источниках практически отсутствуют сведения о влиянии иттрия на теплоёмкость сплаваАК12. Кроме того, недостаточно изучены теплофизические свойства металлов и сплавов в режиме «нагрева». На равномерность изменения температуры объекта в режиме «охлаждения» влияет ряд внешних факторов, таких, как напряжение в сети питания печи, теплопроводность окружающей среды и др., вследствие чего при постановке эксперимента необходимо учитывать множество факторов [1,2]. Отсюда более приемлемым является изучение теплоемкости в режиме «охлаждения»

Материалы и методика исследований

Теплоёмкость сплавов изучалась на установке (рисунок 1), состоящей из следующих узлов: на стойке (6) размещена электропечь (3), свободно перемещающаяся по вертикали вниз и вверх. Эталон (5) и образец (4), также свободно перемещающиеся, представлены в виде цилиндров диаметром 16 мм и длиной 30 мм, на которых с одного конца просверлены отверстия для установки термопар (6). Термопары соединены с цифровыми термометрами «Digital Multimeter DI9208L» (7, 8 и 9). Запуск электропечи (3) производится с помощью лабораторного автотрансформатора (ЛАТР) (1), на котором терморегулятором (2) устанавливается необходимая температура. При запуске установки значения начальных температур фиксируются по показаниям цифровых термометров «Digital Multimeter DI9208L» (7, 8 и 9). Далее в электропечь (3) помещаем эталон (5) и образец (4), производим их нагрев до определённой температуры, фиксируя на компьютере (10) значения температуры с помощью цифровых термометров «Digital Multimeter DI9208L». Затем одновременно из электропечи (3) выдвигаем эталон (5) и образец (4), продолжая отмечать значения температуры. Показания цифрового термометра «Digital Multimeter DI9208L» (7, 8 и 9) фиксируются на компьютер (10) через заранее заданные промежутки времени (5, 10 и 20 секунд) до тех пор, пока температура эталона и образца не снизится до значений ниже 35°С [3, 4]. Экспериментально подбираем такую зависимость, чтобы значение коэффициента регрессии составляло не ниже 0,998.

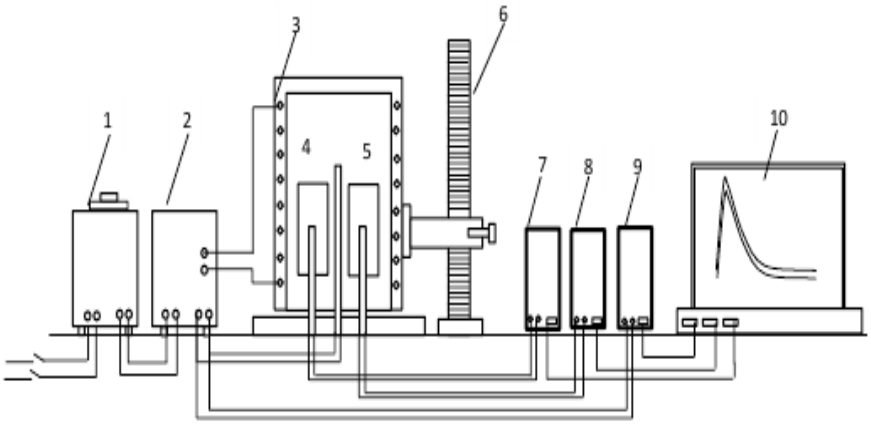


Рисунок 1 – Установка для определения теплоёмкости твёрдых тел в режиме «охлаждения»:1- автотрансформатор; 2 – терморегулятор; 3- электропечь; 4 – измеряемый образец; 5 – эталон; 6 – электропечь; 7 – цифровой термометр измеряемого образца; 8 – цифровой термометр эталона; 9 - цифровой термометр общего назначения; 10 – регистрационный прибор.

Электропечь включаем через автотрансформатор (ЛАТР) (1) и устанавливаем напряжение 30 В. По показаниям термометра фиксируем величину начальной температуры. В печь помещаем образец, производим его нагрев до определённой температуры, контролируя её рост по показаниям Digital Multimeter UT71B (7). Затем образец быстро выдвигаем из электропечи. С этого момента на компьютере (10) начинаем отмечать снижение температуры через каждые 10 секунд до тех пор, пока образец не охладится до 25°С. Обработку полученных результатов производим в программе MSExcel. Далее строим с помощью программы Sigma Plot график зависимости температуры охлаждения (Т) образца от времени *T=f(τ)*, откладывая на оси абсцисс время (τ), а на оси ординат температуру в градусах Кельвина[4, 8]..

Удельную теплоёмкость металлов измеряют согласно закону охлаждения Ньютона-Рихмана. Каждое твердое тело, имеющее температуру выше окружающей среды, начинает охлаждаться, причём на скорость его охлаждения оказывает влияние величины теплоёмкости тела и коэффициент теплоотдачи.

Сравнивая кривые охлаждения двух металлических стержней определённой формы (в зависимости от времени и температуры), один из которых является эталоном (то есть его теплоёмкость и скорость охлаждения являются известными величинами), рассчитывают значения теплоёмкости другого металлического стержня по его скорости охлаждения.

Разогретый ранее предмет массой *m* теряет количество теплоты *δQ* при его охлаждении на *T* градусов согласно формуле:

$$\delta Q = C_p^0 m dT, \quad (1)$$

где C_p^0 – удельная теплоёмкость вещества предмета.

Учитывая, что потеря энергии происходит через поверхность предмета, отмечается, что количество теплоты δQ_S, которое предмет теряет через свою поверхность за время $d\tau$, будет зависеть от площади поверхности *S*, времени τ, разности температур предмета (Т) и окружающей среды (T_0) и рассчитывается по формуле:

$$\delta Q_S = -\alpha(T - T_0) \cdot S d\tau .$$

Закон охлаждения Ньютона-Рихмана применительно к удельной теплоёмкости является приблизительным, поскольку коэффициент теплоотдачи α (Вт/м^2·К) при изменении температур на 1 К не является постоянной величиной, а зависит от разности температур.

Рассматривая тепловой поток, как вектор, учитывают его перпендикулярную направленность к поверхности образца, через которую при единичном температурном значении проходит количество тепла, отдаваемое с 1 м^2 поверхности образца за определённую единицу времени. Значения теплового потока зависят от различных свойств образца: геометрии предмета, направления обтекания и состояния поверхности; вида конвекции и режима течения; вида теплоносителя и его температуры. Таким образом, α-функция процесса теплоотдачи определяется расчётным методом, а не является табличной величиной.

Если из образца тепло выделяется так, что изменяется одинаково температура всех его точек, расчёт проводят по уравнению:

$$\delta Q = \delta Q_S \quad \text{и} \quad C_p^0 m dT = -\alpha(T - T_0) \cdot S d\tau . \quad (3)$$

Далее уравнение (2.5) приводим к следующему виду:

$$C_p^0 m \frac{dT}{d\tau} = -\alpha(T - T_0) S . \quad (4)$$

Если считать, что значения C_p^0,ρ,α, Т и T_0 в незначителбных температурных интервалах не связаны с координатами точек поверхности образца ,температура которых соответсвует температуре окружаещей среды ,можно представить уравнение (4) для двух образцов в следующем виде:

$$C_{p_1}^0 m_1 S_2 \alpha_2 \left(\frac{dT}{d\tau}\right)_1 = C_{p_2}^0 m_2 S_1 \alpha_1 \left(\frac{dT}{d\tau}\right)_2 . \quad (5)$$

Данное равенство применимо для двух образцов (из них один эталоный),имеющих равные размеры (S1=S2) и состояния поверхностей , в этом случае их коэффициенты теплоотдачи буду равны α1= α2, а уравнение примет вид:

$$C_{P_1}^0 = C_{P_2}^0 \cdot \frac{m_2}{m_1} \cdot \frac{\left(\frac{dT}{d\tau}\right)_2}{\left(\frac{dT}{d\tau}\right)_1} = C_{P1}^0 \frac{m_2}{m_1} \cdot \frac{\left(\frac{\Delta T}{\Delta t}\right)_2}{\left(\frac{\Delta T}{\Delta t}\right)_1}, \quad (6)$$

Из этого уравнения ,зная удельную теплоёмкость C_p^0 скорости охлаждения ($\frac{dT}{d\tau}$)1 образцов и массы образцов m_1 и m_2 ,можно расчитать ,зная скорость его

охлаждения,теплоемкость вещества С2,используя ($\frac{dT}{d\tau}$)2:

$$C^{o}_{p2} = C^{o}_{p1} \frac{m_1}{m_2} \frac{S_2}{S_1} \frac{\alpha_2}{\alpha_1} \left(\frac{dT}{d\tau}\right)_1 \Big/ \left(\frac{dT}{d\tau}\right)_2 . \quad (7)$$

где: m_1 и m_2, соответственно, массы эталона и образца, S_1 и S_2 - их площади поверхности, α_1 и α_2 – коэффициенты теплоотдачи. Рассматривая формулу (7) допускают, что $\alpha_1 = \alpha_2$.

В работах [6,7] для алюминия и меди рассчитаны температурные зависимости образцов от времени охлаждения, принимая в расчёт допущение $\alpha_1 = \alpha_2$. Полученные экспериментальные результаты достаточно хорошо коррелируют с литературными данными [3, 4].

Исследуемые сплавы были получены с использованием следующих компонентов: алюминий А5 (согласно ГОСТ 110669-74), кристаллический кремний (ГОСТ 25347-82), неодим марки НМ-2 (ТУ48-40-205-72), металлический иттрий марки ИтМ-1(ТУ48-4-208-72), промышленная лигатура на основе алюминия с содержанием иттрия 7 мас%. Алюминиевые лигатуры получены в инертной атмосфере вакуумной печи СНВЭ-1.3.1/16ИЗ при избыточном давлении 0.5 мПа. При шихтовке сплавов учитывался угар металлов. Модифицирование сплавов лигатурами проводилось в шахтных открытых печах типа СШОЛ. Составы полученных сплавов были определены методом химического анализа, а также определением массы полученных образцов до сплавления и после. Для изучения отбирались сплавы, разница в весе которых не превышала 2% (отн.) до и после сплавления.

Экспериментальные результаты и их обсуждение

Для образцов из сплава АК12, модифицированного иттрием, по выше описанной методике были сняты кривые охлаждения в зависимости от времени (рисунок 2).

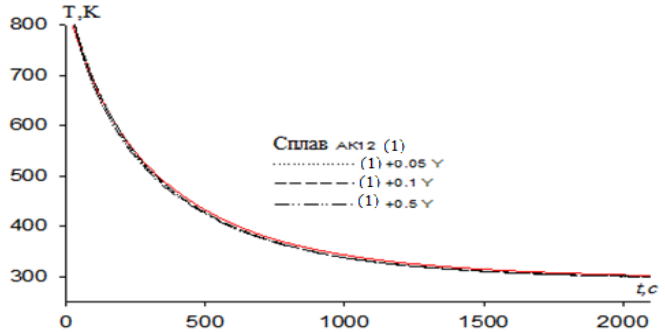


Рисунок 2.-График зависимости изменения температуры образцов из сплава АК12, модифицированного иттрием

$$\frac{dT}{d\tau} = \frac{1}{2}\left[-\left(\frac{T_1 - T_0}{\tau_1}\right)e^{-\tau/\tau_1} - \left(\frac{T_2 - T_0}{\tau_2}\right)e^{-\tau/\tau_2} \right] \quad (8)$$

Результаты изучения температурной зависимости скорости охлаждения образцов из сплава АК12, модифицированного иттрием, графически представлены на рисунке 3.

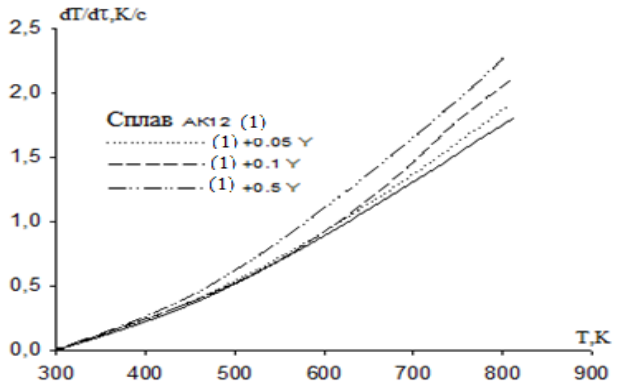


Рисунок 3 - Температурная зависимость скорости охлаждения образцов из сплава АК12, модифицированного иттрием.

Далее по уравнению (8) найдены скорости охлаждения исследуемых сплавов, для которых рассчитаны коэффициенты (таблица 1).

Таблица 1

Значения коэффициентов по уравнению (8) для образцов из сплава АК12, модифицированного иттрием

Содержание Y в сплаве АК12,(1) мас%	ΔT_1, K	τ_1, C	ΔT_2, K	τ_2, C	$\Delta T_1/\tau_1$, K/c	$\Delta T_2/\tau_2$, K/c	ΔT_0, K
Сплав АК12	209.89	161.68	338.62	503.78	1.30	0.67	297.414
(1) +0.05	184.91	136.16	382.34	450.86	1.36	0.85	297.048
(1) +0.1	159.27	99.01	412.52	425.82	1.61	0.97	298.505
(1) +0.5	524.51	110.12	474.65	397.93	4.76	1.19	299.296

В результате обработки этих данных получено следующее уравнение для температурной зависимости удельной теплоемкости (кДж/кг·К) сплава АК12 с иттрием в интервале температур 293 - 800 К:

Для иттрия по уравнению (7) определены полиномы зависимости теплоемкости от температуры:

$$C_P^{0Y} = 281.6429 + 0.0384T + 6.1905 \cdot 10^{-5} T^2 - 5.879 \cdot 10^{-8} T^3 . \quad (9)$$

По уравнению (7) для сплава АК12, модифицированного иттрием, с использованием значений скорости охлаждения найдена удельная теплоёмкость (мас%):

$$0.05\%\ Y \quad C_P^0 = 645.8669 + 1.0061T - 1.23 \cdot 10^{-3} T^2 + 8.245 \cdot 10^{-7} T^3 ;$$

$$0.1\%\ Y \quad C_P^0 = 645.6847 + 1.0056T - 1.23 \cdot 10^{-3} T^2 + 8.241 \cdot 10^{-7} T^3 ; \quad (10^{-})$$

$$0.5\%\ Y \quad C_P^0 = 644.2271 + 1.0018T - 1.2291 \cdot 10^{-3} T^2 + 8.2056 \cdot 10^{-7} T^3 .$$

Таблица 3.

Температурная зависимость удельной теплоемкости (кДж/кг·К)сплава АК12 , модифицированного иттрием.

Содержание иттрия в сплаве АК12, мас%	T, K					
	300	400	500	600	700	800
Сплав АК12 (1)	0.859	0.903	0.943	0.983	1.028	1.082
(1) +0.05 Y	0.859	0.904	0.944	0.984	1.030	1.085
(1) +0.1 Y	0.858	0.903	0.944	0.984	1.029	1.084
(1) +0.5 Y	0.856	0.900	0.940	0.980	1.024	1.079

Заключение.В режиме «охлаждения» экспериментально установлена теплоёмкость сплава АК12, с модифицированного иттрием, от температуры. Показано, что с ростом температуры теплоёмкость увеличивается, а количество иттрия незначительно уменьшается, что связано с изменением микроструктуры сплава АК12.

Литература:

1.Алюминиевые сплавы (Состав, свойства, технология, применение.) Справочник // под общей редакцией И.Н. Фридляндера. Киев: Коминтех. 2005. 365с.

2.Золоторевский В.С., Белов Н.А. Металловедение литейных алюминиевых сплавов. М.: МИСиС. 2005. 376. с.

3.Зиновьев В.Е. Теплофизические свойства металлов при высоких температурах. М.: Металлургия, 1989. 384 с.

4.Ганиев И.Н., Муллоева Н.М., Низомов З., Обидов Ф.У., Иброхимов Н.Ф. Температурная зависимость теплоемкости и термодинамических функций сплавов системы Pb-Ca // Теплофизика высоких температур. 2014. Т52. №1. С.147-150.

5.Ganiev, I.N. N.M. Mulloeva, Z. Nizomov, F.U. Obidov, N. F. Ibragimov Temperature dependence of the specific heat and thermodynamic functions of alloys of the Pb-Ca system // High Temperature, 2014, vol.52, iss. 1, p.138-140.

6.Иброхимов Н.Ф., Ганиев И.Н., Низомов З., Ганиева Н.И., Иброхимов С.Ж.

Влияние церия на теплофизические свойства сплава АМг2 //Физика металлов и металловедения. 2016. т.117. №1. С.53-57.

7.Иброхимов С.Ж., Эшов Б.Б., Ганиев И.Н., Иброхимов Н.Ф. Влияние скандия на физико-химические свойства сплава АМг4 // Известия Самарского научного центра Российский Академии наук. 2014. т.16. №4. С.256-260.

8.Иброхимов Н.Ф., Ганиев И. Н., Ганиева Н.И. Влияние иттрия на теплофизические свойства сплава АМг2//Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. №2(67). 2017. -С. 177-187.

ВОБАСТАГИИ ҲАРОРАТИИ ГАРМИҒУНҶОИШ ХОС ХӮЛАИ АК12, БО ИТТРИЙ МОДИФИКАТСИЯШУДА

С.Т. Бадурдинов, И.Н. Ганиев*, Р.Х. Саидов, Н.Ф. Иброхимов*

Дар мақола таъсири иттрий ба гармиғунҷоиши хоси хӯлаи АК12 оварда шудааст. Нишон дода шудааст, ки иловаҳои иттрий гармиғунҷоиши хоси хӯлаи АК12-ро паст менамояд.

Калимаҳои калидӣ: хӯлаи АК12, иттрий, гармиғунҷоиш хос, реҷаи «хунуккунӣ».

TEMPERATURE DEPENDENCE OF SPECIFIC HEAT CAPACITY OF AK12 ALLOYS MODIFIED BY YETRY

S.T. Badurdinov, I.N. Ganiev, R.H. Saidov, N.F Ibrohimov

The results of an experimental study of the effect of yttrium on the specific heat of the AK12 alloy are presented. It is shown that the addition of yttrium reduces the specific heat of the initial alloy AK12.

Key words: alloy AK12 - "cooling" mode - specific heat

Сведения об авторах:

Бадурдинов Садуло Тоджидинович – ст. преп. каф. «Материаловедение, металлургические машины и оборудование», ТТУ им. акад. М.С. Осими, конт. телефон: (992) 91-997-80-69, E-mail: sbadurdinov@gmail.com

Ганиев Изатулло Наврузович – д.х.н., профессор, академик АН РТ, заведующий лабораторией Института химии им. В.И. Никитина АН Республики Таджикистан. Тел.: +992-93-572-88-99, E-mail: ganiev48@mail.ru

Саидов Рахимджон Хамрокулович – д.т.н., и.о. профессора, проректор по учебной работе, первый проректор ТТУ им. акад. М.С. Осими. Контактная информация: тел.: (+992) 98 101 00 72. E-mail: rahsai@mail.ru

Иброхимов Насимжон Файзуллоевич – к.т.н., и.о. доцента, научный сотрудник Института химии им. В.И. Никитина АН РТ, E-mail: nasimqon@mail.ru.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ЭНЕРГИИ СМЕШЕНИЯ ЦИНКА С ДРУГИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ ПОРЯДКОВОГО НОМЕРА

Т.Д. Джураев, С.С. Содыкова

Таджикский технический университет им. М. С. Осими

Определены величины энергии смешения (Q_{12}) цинка с другими элементами периодической таблицы Д.И.Менделеева и установлены закономерности их изменения в зависимости от расположения компонентов в ней.

***Ключевые слова**: цинк, энергия смешения, элементы периодической таблицы Д.И. Менделеева, виды взаимодействия.*

Таджикистан занимает одно из лидирующих мест среди стран Средней Азии по запасам цинковых руд. Цинк по своему производству на мировой арене находится на четвёртом месте после железа, алюминия и меди. Наиболее широкое применение в народном хозяйстве он нашёл при повышении коррозионной стойкости различных металлических материалов – это около 60% от всего объёма производимого цинка. Весомое значение получили медные сплавы, легированные цинком, применяемые для изготовления изделий из комбинированных материалов (томпак сплавы), изделий художественного назначения и в качестве декоративных покрытий. Для дальнейшего расширения областей применения цинка в сфере жизнедеятельности человека необходимо с научной точки зрения обосновать его взаимодействие с элементами периодической таблицы (ПТ) Д.И. Менделеева, руководствуясь их термодинамическими свойствами.

В этих целях мы провели расчётный анализ взаимодействия цинка с другими элементами. При расчётах использовали уравнение Гильдебранда-Мотта, позволившее определить значения энергии смешения [1-3]:

$Q_{12} = V(\delta_1 - \delta_2)^2 - 96.4\ Z/2\ (E_1 - E_2)^2$, кДж/г-атом,

где E – электроотрицательность, V – мольный объём и δ – параметр растворимости.

Как известно, закон Менделеева о периодическом изменении химических, физических и термодинамических свойств элементов в зависимости от их порядкового номера или заряда атомного ядра в наши дни получает всё новые и новые подтверждения. Почти все практически используемые свойства химических элементов характеризуются некоторой закономерной периодичностью при изменении в зависимости от своего расположения в ПТ [4].

Энергия смешения определяет виды взаимодействия цинка с другими элементами и позволяет спрогнозировать существование тех или иных фазовых равновесий в системе. Поэтому нам представилось интересным выявить закономерности изменений значений энергии смешения от порядкового номера в системах цинк-элементы ПТ.

Результаты анализа по двойным системам цинка с другими элементами представлены кривой зависимости порядкового номера элемента от величины энергии смешения (см.рис.), характеризующейся разделением на два класса со значениями больше и меньше нуля.

Установлено, что для значений энергии смешения с элементами ПТ в коротких периодах наблюдается по одному максимуму: во втором периоде наибольшее значение приходится на бериллий; в третьем – на алюминий и кремний. В длинных периодах в значениях энергии смешения наблюдается по три максимума. Первые максимумы приходятся на переходные металлы (IVA-VIIIA группы). В четвёртом периоде – на титан, ванадий, хром; в пятом периоде – на цирконий, ниобий, молибден; в шестом периоде – на тантал, вольфрам, рений; в седьмом периоде – на актиний и нептуний. Вторые максимумы приходятся на следующие элементы: железо, кобальт,

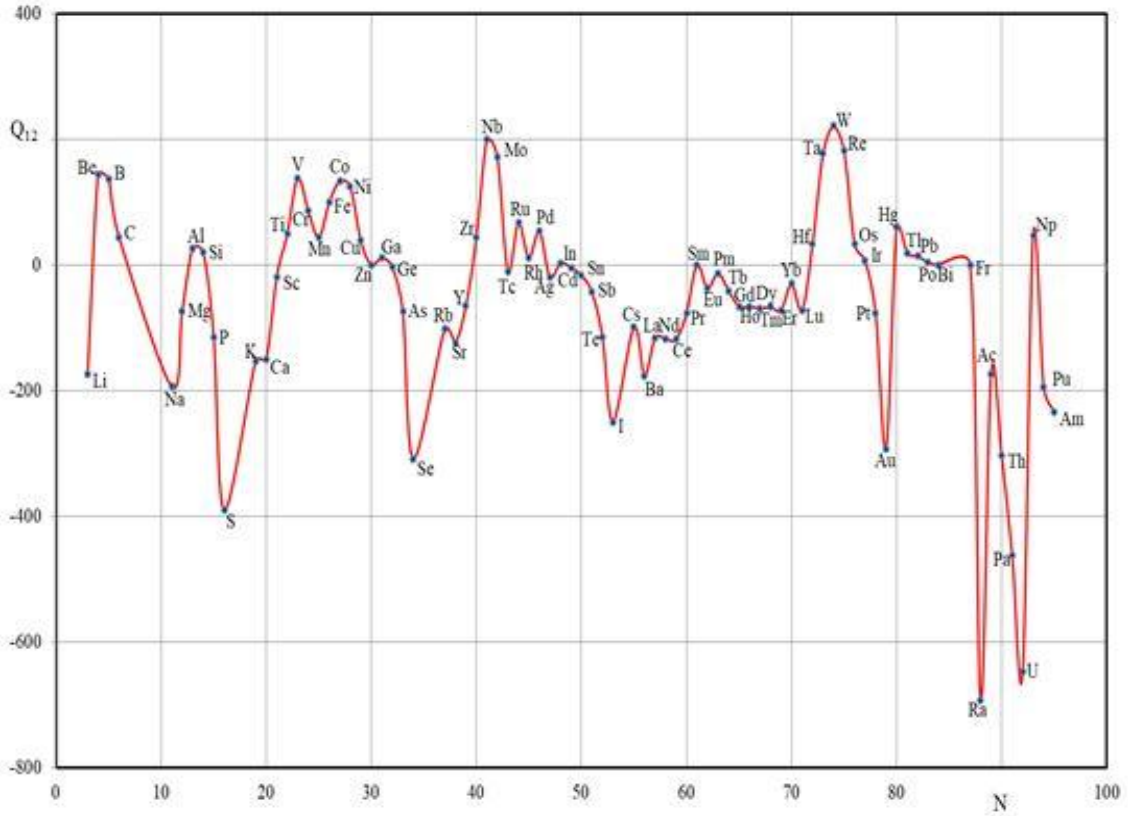


Рисунок. Зависимость энергии смешения (Q, кДж/г-ат.) цинка с элементами ПТ от их порядкового номера (N)

никель – в четвёртом периоде; технеций, рутений, родий – в пятом периоде; тантал, вольфрам, рений – в шестом периоде.

Перечисленные элементы переходных металлов имеют большие положительные значения энергии смешения с цинком (Q_{12}>0), определяющие несмешиваемость компонентов в жидкости и образование незначительных твёрдых растворов между ними.

Третьи максимумы приходятся на элементы: галлий, германий – в четвёртом периоде; родий, палладий, серебро – в пятом периоде; ртуть и таллий – в шестом периоде; нептуний – в седьмом периоде. Однако численные значения энергии смешения этих элементов с цинком меньше значений для тех элементов с цинком, на которые приходятся первые и вторые максимумы. Элементы I-III групп ПТ (кроме бериллия) имеют отрицательные значения (Q_{12}<0).

Таким образом, установленную закономерность следует рассматривать как возможное средство оценки величины энергии смешения или проверки правильности экспериментальных данных по видам взаимодействия цинка с элементами периодической таблицы.

Литература:

1.Mott B. The theory of the properties of Metalls and Alloys / B. Mott, H. Jones. – Lnd., 1936. – 362 p.

2.Hildebrand I.H. The solibility of nonelectrlystes / I.H. Hildebrand, R.I. Scott. – N.-Y.: Reinhold publ, 1950. – 488 p.

3.Бурылёв Б.П. Термодинамика металлических растворов внедрения / Б.П. Бурылёв. – Ростов-на-Дону: Ростовский университет, 1984. – 160 с.

4.Вигдорович В.Н. Очистка металлов и проводников кристаллизацией / В.Н. Вигдорович. – М.: Металлургия, 1969. – 296 с.

ҚОНУНИЯТИ ТАҒЙИРЁБИИ ЭНЕРГИЯИ ОМЕЗИШИ СИНК БО ДИГАР ЭЛЕМЕНТҲО АЗ РӮЙИ РАҚАМИ ТАРТИБИИ ОНҲО

Т.Д. Ҷӯраев, С.С. Содиқова

Қиммати бузургии энергияи омезиши синк бо элементҳои ҷадвали даврии Д.И. Менделеев муайян карда шуда ва қонунияти таҒйирёбии он вобаста аз ҷойгиршавии элементҳо дар системаи даврӣ омӯхта шудааст.

Калимаҳои калидӣ: синк, омехтаи энергия, элементҳои ҷадвали даврии Д.И. Менделеев, намудҳои баҳамтаъсир.

THE PATTERNS OF ENERGY CHANGE OF MIXING OF ZINC WITH OTHER ELEMENTS DEPENDING ON THEIR SEQUENCE NUMBERS

T.D. Juraev, S.S. Sodikova

The values of the mixing energy (Q_{12}) of zinc with other elements of the periodic table of D. I. Mendeleev are determined and the regularities of their change depending on the sequence number of components are established.

Key words: zinc, mixing energy, elements of the periodic table of D. I. Mendeleev, types of interaction.

Сведения об авторах:

Джураев Тухтасун Джураевич – доктор химических наук, профессор, профессор кафедры «Металлургия» ТТУ им. акад. М.С. Осими. *E-mail:*mcm45@mail.ru.

Содыкова Сафаргул Саидхамидовна – магистр кафедры «Металлургия» ТТУ им. акад. М.С. Осими.

УДК 622.364:622.765

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЗОЛОТА ИЗ ЗОЛОТО-СУРЬМЯНО-РТУТНЫХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДЖИЖИКРУТ С АДСОРБЦИЕЙ АКТИВИРОВАННЫМ УГЛЕМ-ЙОДОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Х.И. Холов, А.И. Ашуров, Ш.Р. Самихов, С.Ш. Сафаров

Институт химии им. В.И. Никитина АН Республики Таджикистан

В статье приведены полученные результаты по обогащению золото-сурьмяно-ртутной руды Джижикрут с помощью адсорбции активированным углем-йодометрическим методом. В ходе исследований проводили растворение проб с использованием водопроводной воды, обработку с использованием царской водки "Лефорт", фильтрование, адсорбции, обзоливания, прокаливания, растворения золото в водяной бане и титрования.

Ключевые слова: *активные угли, адсорбенты, обогащение, золото-сурьмяно-ртутная руда, золотосодержащий раствор, фильтрование, адсорбцию, обзоливание, прокаливание, титрование.*

Способность активных углей адсорбировать золото из растворов царской водки известно [1]. Активные угли — пористые углеродные адсорбенты. Активные угли получают из органического сырья: древесины, бурых и каменных углей, антрацита и т.д. [2-4].

Йодометрический метод анализа основан на окислительно-восстановительных реакциях, связанных с восстановлением I_2 до I^--ионов и с окислением I^-- ионов до I_2. Кристаллический йод плохо растворяется в воде. В связи с этим обычно применяют раствор йода в KI.

Вещества, легко окисляемые элементарным йодом, титруют непосредственно стандартными растворами йода. Такие методы определения называют методами йодометрического титрования. Таким образом определяют сульфиды, сульфиты, тиосульфаты и другие сильные восстановители [5]. В качестве индикатора применяют чувствительный реактив на йод – раствор крахмала, образующий с йодом соединение интенсивного синего цвета. При титровании в присутствии крахмала конечную точку титрования определяют по появлению синей окраски, вызываемой одной лишней каплей йода. Окислители определяют методом косвенного йодометрического титрования, растворы окислителей обрабатывают избытком йодида калия, а затем выделившийся в эквивалентном окислителю количестве элементарный йод оттитровывают стандартным раствором тиосульфата натрия $Na_2S_2O_3$ [6].

Экспериментальная часть

Изучен процесс адсорбционного извлечения золота из выщелоченного рудного раствора активным углем на лабораторной установке. В лабораторных условиях обогащается золото-сурьмяно-ртутная руда из месторождения Джижикрута. В результате флотации получен концентрат, промежуточный продукт и хвосты.

Навеска руды для исследований – исходная руда и продукты обогащения (концентрат, промежуточный продукт и хвосты) [4]. Для взвешивания проб используем чашечные весы с индуктированной величиной 0,01 г, получим пробу весом от 5 до 30 г. и опускаем их в 400 мл химический стакан.

Растворение пробы. Для смачивания используем водопроводную воду, потом в вытяжном шкафу добавим кислоту, после этого, закрывая поверхностную посуду, производим обработку растворения на электронагревательной плите.

Потом для обработки низкопроцентной исходной руды используем царскую водку "Лефорт" объемом 50 мл, пока без желтого дыма, добавляя царскую водку объемом 50 мл, чтобы отваривать длительностью в 30 минут, до тех пор, пока в остатке будут отсутствовать чёрныечастицы (рис. 1

Рис. 1. Растворение и нагревание пробна электронагревательной плите

В первую очередь использовать густой HNO_3 объёмом 50 мл для порционной низкотемпературной обработки высокопроцентной обогащенной руды, при отсутствии желтого дыма NO_2, затем добавляем густой HNO_3 объемом 20 мл и $KClO_3$ весом 2-4 г., после этого вводим царскую водку с пропорцией 1:1 объемом 50 мл, нагревание продолжается длительностью около 30 минут, при этом раствор должен быть прозрачным и светлым. После охлаждения пробы, которая прошла обработку, подготовимся к фильтрованию (рис. 2.).

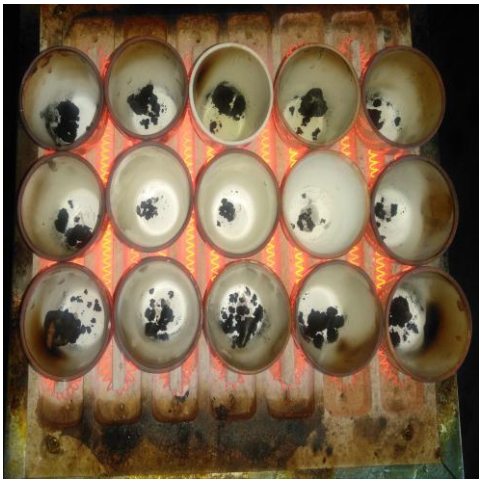
Фильтрование и адсорбция. Предварительно установим систему фильтрования с отсасыванием, потом влив фильтробумажную пульпу в адсорбционную колонку, вытрамбовываем, чтобы толщина составляла 5 мм, после этого добавляем смесь активированного угля и целлюлозы (пропорция угля и целлюлозы составляет 1:2) толщиной в 6 миллиметров (при низкой золотоносности уголь используется весом 0,5 г, при высокой золотоносности уголь используется весом 0,8 г, при высотной золотоносности уголь используется весом около 1 г), а также воронка Бюхнера длиной 80 мм устанавливается на адсорбционной колонке, что плотно прижимается к

фильтровальной бумаге и готовится к фильтрованию.

Рис. 2. Фильтрование и промывание активированного угля

Для разбавления и охлаждения растворяемой пробы используем водопроводную воду объемом около 100 мл. При условии выкачивания воздуха вливаем опытный раствор в воронку Бюхнера, используем тёплую разведенную соляную кислоту (5%), три раза промываем химический стакан, 8 раз промываем осадок, после фильтрования быстро оцарапаем фильтровальную бумагу, сняв воронку. Используется фильтровальная бумага (60 °С) для промывания активированного угля 8 раз, потом используется тёплая разведенная соляная кислота (5%, 60 °С) для промывания 8 раз, потом тёплая дистиллированная вода (около 60 °С) для промывания 8 раз; прекращая выкачивание воздуха, снимаем адсорбционную колонку и запихиваем угольный пласт и пласт целлюлозы в плавильный чан объемом 50 мм, после этого используем фильтровальную бумагу для вытирания углерода на адсорбционной колонке.

Обзоливание и прокаливание. Поставив фарфоровый тигель на теплую электрическую печь (рис. 3а.), медленно поднимаем температуру, при обзоливании фильтровальной бумаги до степени, как углерод большей частью окислен, переселяется в высокотемпературную печь (рис. 3 б.) около 820 ^{0}С для прокаливания, пока весь углерод не окислен, производится охлаждение.



а)

б)

Рис. 3 а. Фарфоровый тигель на теплую электрическую печь; б – на высокотемпературную печь

Растворение золота в водяной бане (рис. 4.). Добавив 5 капель насыщенного раствора NaCl в форфоровый тигель, подвергшийся охлаждению, а также свежеприготовленную царскую водку 2 ml, в водяной бане нагреваем до отсутствия запаха кислоты, после 10 минут добавляем густую HCl объемом 2 ml и продолжаем выпаривание в водяной бане, после нескольких минут добавляем разведенную уксусную кислоту (7%) объемом 5 ml, и NH_4HF весом 20,1 g, равномерно взбалтываем.

Титрование. Добавить 6 капель EDTA в опытный раствор, после размешать добавить йодистый калий весом 0,05 до 0,1 g. Используется нормальный тиосульфат натрия для титрования до светло-желтого цвета, добавив 6 капель крахмалов 0,5 %, при условии сильного перемешивания продолжается титрование до отсутствия цвета раствора.

Таблица 1

Результаты титрования проб руды месторождения Джижикрут

№	Название образца	Масса навески, g	Концентрат. стандартных раств. титр	Расход, ml	Результаты, g/t
1.	Исходная руда	30	39,37 ug/ml	1,25	1,64
2.	Исходная руда	20	39,37 ug/ml	0,9	1,77
3.	Концентрат	10	39,37 ug/ml	1,15	4,52
4.	Концентрат	5	39,37 ug/ml	0,6	4,72
5.	Промеж. продукт	10	39,37 ug/ml	0,5	2,00
6.	Промеж. продукт	5	39,37 ug/ml	0,3	2,36
7.	Хвост	30	39,37 ug/ml	1,50	1,96
8.	Хвост	20	39,37 ug/ml	0,95	1,87
9.	Хвост	5	39,37 ug/ml	0,25	1,97
10.	Стандарт (ST- 432)	10	39,37 ug/ml	1,70	6,69

По данным химического анализа можно сделать вывод, что руда нижних горизонтов Джижикрутского месторождения является золотосодержащей ртутно-сурьмяной рудой. Из результатов таблицы видно, что золото не обогащается в концентрат, а остается в хвостах и можно его извлекать из хвостов флотацией нижнего горизонта Джижикрутского месторождения.

Литература:

1. Кинле Х., Бадер Э. Активные угли и их промышленное применение // Ленинград, 1987. - 216 с.

2. Hideko Koshima. Адсорбция серебра, золота и платины из водных растворов углеродистыми сорбентами. // Bunseki kogaku, 1983. №5. С. 149 - 156.

3. Самихов Ш.Р. Технология переработки упорных и бедных золотосодержащих руд: дис.канд.тех.наук: 02.00.04. Душанбе, 2006. -131 с.

4. Самихов, Ш.Р., Зинченко З.А., Бобохонов Б.А. Изучение процесса хлоридовозгонки золото-, медь- и мышьяксодержащих флотационных концентратов // Горный журнал, 2011, № 11. С. 59 - 61.

5. Иванова Л.И. Сорбция тяжелых металлов из цианистых растворов активированными углями «Адсорбция и адсорбенты», 1980, №6. С. 65 - 68.

6. Холов Х.И., Самихов Ш.Р., Зинченко З.А. Технология обогащения руд нижних горизонтов Джижикрутского месторождения. Доклады АН Республики Таджикистан, 2017, Т.60. №10. С. 533-538.

МУАЙЯН КАРДАНИ МИҚДОРИ ТИЛЛО АЗ МАЪДАНИ ТИЛЛО-СУРМА-СИМОБДОРИ КОНИ ҶИҶИКРУТ БО АДСОРБСИЯИ АНГИШТИ ФАЪОЛ ВА УСУЛИ ЙОДОМЕТРӢ

Х.И. Холов, А.И. Ашуров, Ш.Р. Самихов, С.Ш. Сафаров

Дар мақола натиҷаҳои ғанигардонӣ ва муайян кардани тилло аз маъдани тилло-сурма-симобдори кони Ҷиҷикрут бо адсорбсияи ангишти фаъол ва усули йодометрӣ оварда шудааст. Дар раванди тадқиқот чунин амалиёт иҷро шуданд: ҳалкунии намуна бо ёрии оби тақдиршуда, коркард бо истифодаи шароби шоҳ «Лефорт», полудан, адсорбсия, ишқоркунӣ, тафсониш, ҳалкунии тилло дар рӯйи гармкунаки обӣ ва титркунӣ.

Калимаҳои калидӣ: ангишти фаъол, адсорбентҳо, ғанигардонӣ, маъдани тилло-сурма-симобдор, маҳлули тиллодор, полудан, адсорбсия, ишқоркунӣ, тафсониш, титркунӣ.

TO CUPEL GOLD OF GOLD-ANTIMONY-MERCURY ORE DZHIZHIKRUT BY USING ADSORPTION ACTIVATED COAL -JODOMETRIC PROCEDURE

H.I. Kholov, A.I. Ashurov, Sh.R. Samihov, S.Sh. Safarov

In this paper are described the results of recent study regarding the enrichment of gold-antimony-mercury ore by using adsorption activated coal -jodometric procedure from deposit of Dzhizhikrut. In an exploration research spent dissolution of tests with use of tap water, processing with use of nitrohydrochioric acid "Lefort", filtering, adsorption, wanering, baking, dissolve gold in a bain-marie and titration.

Key words: active coals, adsorbents, enrichment (ore-dressing), gold-antimony-mercury ore, containing from solution of gold, filtering, adsorption, wanering, baking, titration.

Сведения об авторах:

Холов Холмахмад Исроилович – аспирант Института химии АН РТ, E-mail: Kholmahmad90@mail.ru, тел: +992 90 9996463.

Ашуров Ашурбой Илхомбоевич –- PhD докторант Института химии АН РТ, E mail: Ashurboy_1593@mail.ru, тел: +992 90 763 77 78.

Самихов Шонавруз Рахимович, д.т.н. - главный научный сотрудник Института химии АН РТ, E-mail: samikhov72@mail.ru, тел: +992 900 19 95 72.

Сафаров Сайфидин Шахобидинович – к.х.н., вед. научный сотрудник Института химии АН РТ, E-mail: cafi@mail.ru, тел: +992 900 02 24.

УДК 622.772

ОПТИМИЗАЦИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБОГАЩЕНИЯ СВИНЦОВО-ЦИНКОВЫХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ЗАРНИСОР» ПУТЕМ ПОВЫШЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ КЛАССА - 0,074 ММ В ПУЛЬПЕ

Ш.Р. Самихов, Дж.Н. Бадалов

Институт химии имени В.И. Никитина АН Республики Таджикистан

Горно-металлургический институт Таджикистана

В статье представлены результаты опытов по оптимизации содержания класса - 0,074 мм в пульпе с применением технологии двухстадийного измельчения с использованием гидроциклонов во второй стадии измельчения для руд месторождения Зарнисор. По этой технологии была подготовлена пульпа с содержанием 75 % класса -0,074 мм и проведены флотационные исследования по селективной схеме флотации и получены следующие результаты:

- содержание свинца в окончательном концентрате повысилась с 62% до 66,31%;

- содержание цинка в окончательном концентрате с 50,12 до 56,26 %.

Ключевые слова: *измельчение, классификация, флотация, химические реагенты, свинцовый и цинковый концентрат, извлечение металла.*

Получение высококачественных концентратов свинца и цинка при обогащении флотационным методом всегда являлось трудной задачей из- за близких флотационных свойств минералов свинца и цинка. Отсюда следует, что для получения высококачественных концентратов нужно как лучше раскрыть поверхность соответствующих минералов от пустой породы и друг от друга. Это обстоятельство будет способствовать активному взаимодействию поверхности полезных минералов с флотационными реагентами, что позволит повысить вероятность эффективной селективной флотации руд [1-2].

Рудник Зарнисор расположен на севере Таджикистана в Согдийской области. Месторождение скарнов руда свинцово-цинкового типа. Основными минералами в руде являются галенит, сфалерит, халькопирит, церуссит, англезит и пирит [3].

Из месторождения «Зарнисор» было изъято 70 кг пробы, с целью проведения исследования свинцово-цинковых руд и проведены опыты в лабораторных условиях. Изъятая проба руды месторождения «Зарнисор» представлена следующим образом: крупностью руды -20+0 мм, с содержанием свинца – 3,8%, цинка – 5,70%, железа – 17,5%, меди - 0,39%, окиси кремния – 23,5%, углерода – 1,3 %, серебра 86 г/т и золота – 0,7 г/т.

Руды свинцово-цинкового типа месторождения «Зарнисор» относятся к группе сульфидных руд, и коэффициент крепкости по шкале М.М. Протодьяконова колеблется от 16 до 17, что означает, что руды месторождения весьма крепкие.

Были проведены опыты по существующей схеме обогащения и получены следующие результаты, которые приведены в таблице 1. Краткое описание существующей схемы переработки руды Pb-Zn типа месторождения «Зарнисор»:

- обогащение по трехстадийной схеме дробления - первая и вторая стадия дробления в открытом цикле, третья стадия дробления – в замкнутом цикле. Крупность дробленого продукта -15+0 мм;
- одностадийная схема измельчения до крупности – 50 % класса минус 0,074 мм;

- флотационное обогащение по прямой селективной схеме с получением свинцового, цинкового и медного концентратов.

С целью повышения технологических показателей свинцово-цинковых руд были проведены опыты по следующей схеме обогащения, которая приведена на рис 1.

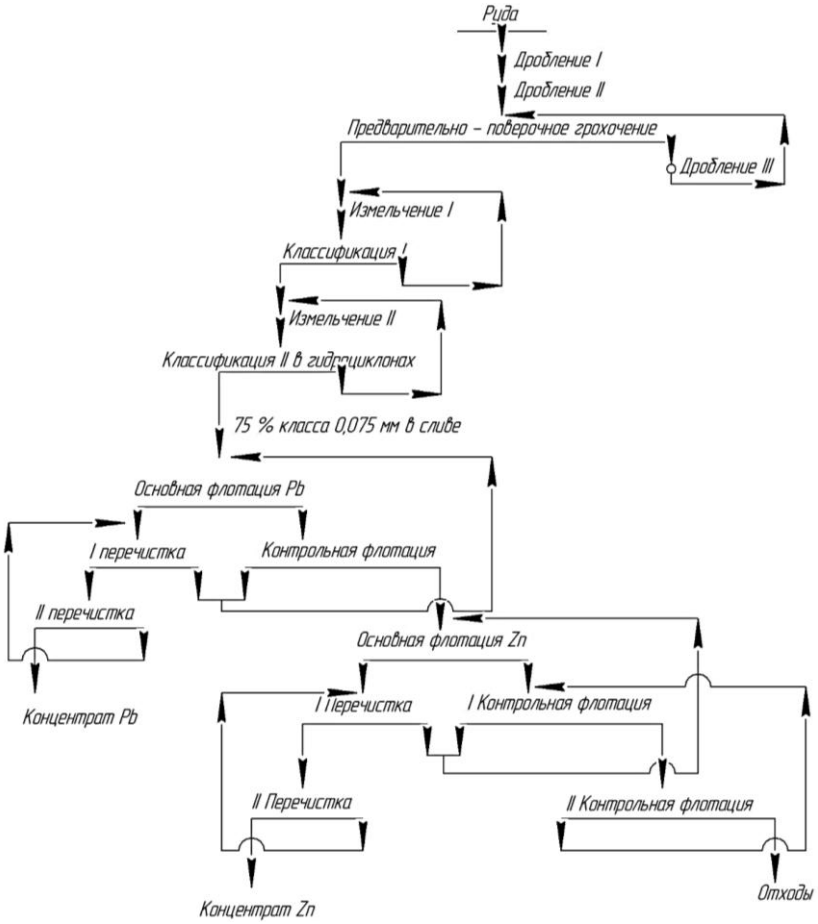


Рис 1. Технологическая схема переработки руды Pb-Zn месторождения «Зарнисор».

Обогащение по трехстадийной схеме дробления первая и вторая стадия дробления в открытом цикле, а третья стадия дробления в замкнутом цикле. Крупность дробленого продукта -10+0 мм двухстадиальной схеме измельчения с использованием во второй стадии классификации гидроциклона;

- в первой стадии измельчения на крупности – 50 % класса минус 0,074 мм;
- во второй стадии измельчения с применением гироциклона, содержанием класса -0,074 мм до 75 %.

Содержание класса -0,074 мм 75 % в пульпе позволило расткрыт в большое количество минералов свинца и цинка от пустой породы для эффективной флотации. Известно, что минералы галенита и сфалерита имеют близкие флотационные свойства. Флотационые опыты были проведены по селективной схеме: одна основная флотация свинца, две контрольные и три стадии перечисток.Цикл флотации цинка был проведен как и свинцовый. При флотации свинцовых руд были использованы следующие реагенты: в качестве собирателя бутиловый ксантогенат калия (C_4H_9OCSSK), пенооброзователь Т-80, депрессоры цинкового купороса ($ZnSO_4$) и сульфит натрия (Na_2S). Цинковая флотация была проведена следующим образом:

- хвосты второй контрольной свинцовой флотации поступали на основную флотацию цинка, а дрессированный цинк с помощью реагента активатора медного купороса ($CuSO_4$) активировался, а в качестве депрессора пирита была использована известь (CaO) в дальнейшем, в третьей стадии перечисток для снижения двуокиси кремния (SiO_2) в цинковый концентрат было добавлено жидкое стекло (Na_2SiO_3), в количестве 195 г/т и две стадии контрольной флотации. Результаты проведенных опытов по этой схеме приведены в таблице 1 и на рисунке 2.

Таблица 1

Сводные результаты флотационных опытов по существующей и предполагаемой схеме на пробе руды месторождения «Зарнисор»

Наименование продуктов обогащения	Выход %	Содержание полезного компонента в продуктах				Извлечение			
		По существу-ющей схеме измельчения класса -0,074 мм 50%		По предла-гаемой схеме измельчения класса -0,074 мм 75 %		По существу-ющей схеме измельчения класса -0,074 мм 50%		По предла-гаемой схеме измельчения класса -0,074 мм 75 %	
		Pb	Zn	Pb	Zn	Pb	Zn	Pb	Zn
Свинцовый концентрат Pb	2,57	62	2,84	66,31	4,68	81,2	3,23	89,65	5,72
Цинковый концентрат Zn	3,46	1,06	50,12	2,63	56,26	2,3	84	4,95	88,6
Хвосты	93,97	0,21	0,25	0,17	0,19	11,7	12,77	5,4	5,68
Исходная руда	100	3,8	5,7	3,8	5,7	100	100	100	100

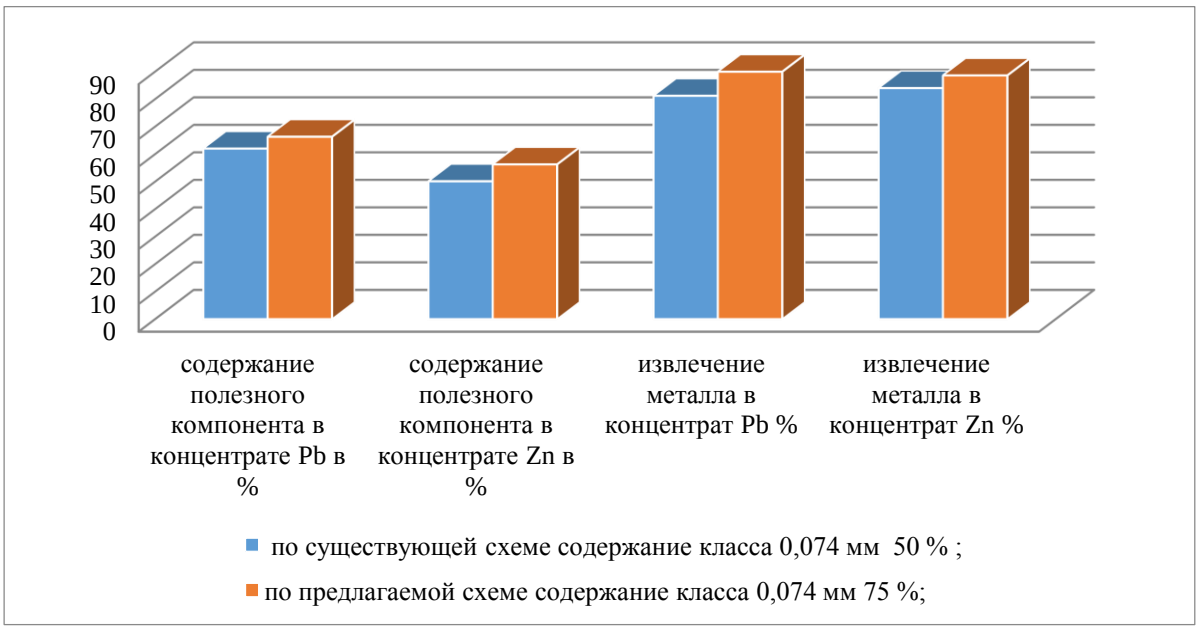


Рис 1. Сравнительные результаты флотационных опытов по существующей и предполагаемой схеме на пробе руды месторождения «Зарнисор»

По результатам лабораторных исследований пробы руды Pb-Zn месторождения «Зарнисор» определены следующие оптимальные параметры обогащения руды:

1. Схема измельчения – 2-х стадиальная с межцикловой флотацией свинца;
2. Содержание класса минус 0,074 мм: 1 стадия измельчения – 50 %; 2 стадия измельчения – 75 %;
3. Схема флотации прямая селективная, депрессия минералов цинка в свинцовом цикле с сочетанием сульфита натрия и цинкового купороса в соотношении 1 : 2,5.
4. Тип собирателя – бутиловый ксантогенат калия (C_4H_9OCSSK).

Литература:

1. Соложенкин П.М. Обогащение руд на обогатительных фабриках Таджикской ССР / Душанбе: Издательство «Дониш». 1984, 80с.
2. Самихов Ш.Р., Зинченко З.А., Исаева А.Т. Технология флотации полиметаллических руд месторождения «Большой Канимансур» / Вестник Таджикского национального университета, 2017, № 1/4, С.163-168.
3. Бадалов Дж.Н., Самихов Ш.Р., Махмудов Х.А. Технология флотации свинцово-цинковых руд месторождения

«Зарнисори шимоли» / Материалы научно-практического семинара ГМИТ Бустон, 2017, С. 43-46.

МУТОБИҚГАРДОНИИ НИШОНДИҲАНДАҲОИ ҒАНИГАРДОНИИ МАЪДАНИ СУРБУ РУҲДОРИ КОНИ “ЗАРНИСОР” БО РОҲИ БАЛАНД БАРДОШТАНИ МИҚДОРИ СИНФИ -0,074 ММ ДАР ЛОЙОБА

Ш.Р. Самихов, Ҷ.Н. Бадалов

Дар мақола натиҳаи таҷрибаҳои мутобиқгардонии миқдори синфи -0,074 мм дар лойоба бо истифодабарии технологияи майдакунии дузинагӣ бо истифодаи гидросиклон дар зинаи дуюми майдакунӣ барои маъданҳои кони “Зарнисор” нишон дода шудааст. Аз рӯйи технология зерин лойоба бо миқдори 75% синфи -0,074 мм омода намуда ва тадқиқоти флотатсионӣ бо нақшаи селективии флотатсионӣ гузаронида шуда, натиҷаҳои зерин ба даст омадааст:

-миқдори сурб дар консентрати охирин аз 62% то 66,31% зиёд шудааст;

-миқдори руҳ дар консентрати охирин аз 53,1% то 58,26% зиёд шудааст.

Калимаҳои калидӣ: майдакунӣ, таснифот, флотатсия, реагентҳои химиявӣ, консентрати сурбу руҳдор, ҷудошавии металл.

OPTIMIZATION INDICATORS CONCENTRATION LEAD AND ZINC DEPOSIT OF ORE “ZARNISOR” BY MEANS OF INCREASING CONTENT CLASS 0,074 MM IN PULP

Sh.R. Samikhov, J.N. Badalov

The article represents the results of optimization content class 0,074 mm in pulp with application of technology of two stages grinding for deposit “Zarnisor”. According his technology there was prepared pulp with content 75% class 0,074 mm and there was made flotation studies were carried out according to the selective flotation scheme and the following results were gained:

- lead content in the final concentrate was increased from 62% to 66.31%

- zinc content in the final concentrate was increased from 50,12 to 56,26%

Key words: shredding, classification, flotation, chemical reagents, lead and zinc concentrate, decontamination, extraction of metal.

Сведения об авторах:

Самихов Шонавруз Рахимович – к.т.н., доцент, ведущий научный сотрудник Института химии АН РТ, автор более 120 научных статей. E-mail: samikhov72@mail.ru, тел.: (+992) 900-19-95-72

Бадалов Джамолиддин Нурдинович – аспирант кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых», ГМИТ, автор более 10 научных статей e-mail: badalovjn91@mail.ru.

УДК 662.66:621.3.035.2

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АНТРАЦИТА МЕСТОРОЖДЕНИЯ НАЗАРАЙЛОК В ПРОИЗВОДСТВЕ ПОДОВЫХ БЛОКОВ

Б.С. Джамолзода

Таджикский технический университет имени акд. М.С. Осими

Разработаны гранулометрический состав сухой шихты и некоторые требования к антрациту месторождения Назарайлок как к сырью для производства подовых блоков, применяемых при футеровке подины алюминиевых электролизёров. Определены физико-химические и физико-механические показатели опытных образцов подовых блоков, такие как истинная плотность, кажущаяся плотность, пористость, удельное электросопротивление, прочность на сжатие, прочность на изгиб и теплопроводность.

Приведены сравнения полученных данных с аналагичными показателями качества таких производителей как КНР, Рассийский Донбасс и Украина (Донецк).

Приведенные экспериментальные данные и обобщение результатов свидетельствуют о пригодности антрацита месторождения Назарайлок для производства подовых блоков алюминиевых электролизеров, которые по качественным показателям соответствовали требованиям ТУ-1913-109-021-2003.

Ключевые слова: *антрацит – гранулометрический состав – термоантрацит – подовые блоки – электрокальцинация – графит.*

Подина электролизера является не только днищем ванны, над которой находится расплав электролита и алюминия, но также служит катодом и должна хорошо проводить электрической ток. По периферии шахты электролизёрах ГУП «ТАлКо» используют угольные бортовые блоки, а подовые блоки выполнены из углеграфитового материала разных типоразмеров и кладут на цоколь ванны в шахматном порядке.

Подовые блоки считаются важной частью катодного устройства электролизера, определяющие срок его службы. Имеющиеся микротрещины могут раскрываться в пусковом периоде и досрочно привести к выходу из строя электролизера. Поэтому качеству подовых блоков уделяется особое внимание.

После пуска в эксплуатацию алюминиевых электролизеров с обожжёнными анодами на силу тока 400, 500, 540, 600 кА (КНР), проблемы материаловедения углеграфитовых катодных блоков приобретают актуальный характер. Как известно, в сверхмощных электролизерах бортовые блоки изготавливаются из карбидкремниевого материала, а подовые блоки из антрацита с добавкой графита. Следует отметить, что подовые блоки в большей степени испытывают тепловую и механическую нагрузку относительно бортовых блоков. Нельзя забывать, что подовые блоки ещё сыграют роль катода и они должны хорошо проводить электрический ток, т.е. иметь самую низкую УЭС. Поэтому подовые блоки должны иметь высокие технические характеристики, ибо срок службы алюминиевых электролизеров не достигает желаемого.

Таким образом, подовые блоки должны иметь: высокие прочностные свойства, определенные кажущейся ($d_к$) и истинной плотностью (d_u), теплопроводностью, пористостью, низким УЭС и золой [2].

Обычно для изготовления подовых блоков используют в качестве наполнителя газокальцинированный или электрокальцинированный антрацит (ГКА, ЭКА) и искусственный графит. В настоящее время на многих алюминиевых заводах при монтаже и футеровке подины электролизеров широко используют подовые блоки, изготавливаемые из термоантрацита с различными добавками графита (30-70%). Подовые блоки из чистого антрацита вследствие большего УЭС практически не изготавливаются. С этой целью сырой антрацит, поступающий на предприятие из месторождения Назарайлок, прокаливался при температуре 1200 -1250 ^{0}С во вращающихся печах производства анодов ГУП «ТАлКо» синтез газом или природным газом. Далее определенное количество ГКА очищалось от угара на истирателе и подвергался электрокальцинации в лабораторной печи при температуре 1350 ± 5 ^{0}С.

Термоантрацит использовался в качестве основного наполнителя шихты подовой массы, в которую добавляли графит из расчета 30; 40 и 50 % (по массе). В качестве связующего компонента применялся каменноугольный пек с температурой размягчения 80-85 ^{0}С.

Состав шихты для производства подовых блоков отличается от состава шихты производства бортовых блоков электролизеров. Подовые блоки несут более механическую и тепловую нагрузку, чем бортовые блоки, кроме прочего, они должны хорошо проводить электрический ток.

Гранулометрический состав шихты (термоантрацит + графит) подбирался экспериментально. Графитовая добавка изготавливалась из «боя» отработанных подовых блоков. Исходные материалы перед проведением опытов были подвергнуты физико-химическому анализу на контролируемые показатели качества и приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Физико-химические показатели антрацита при разных режимах термообработки

Показатели	Материал		
	ГКА	ЭКА	Графит
УЭС порошка, Ом·мм^2/м	980	640	84
Истинная плотность, г/см^3	1,74	1,83	2,05
Кажущаяся плотность, г/см^3	1,50	1,55	-
Зольность, % (по массе)	3,9	3,5	0,2
Параметры кристаллической решетки: - межслоевое расстояние d_{002}, нм	0,345	0,340	0,337

Как видно из таблицы 1, при электрокальцинации антрацита (ЭКА) УЭС и истинная плотность приобретают нормативные значения, и при этом межслоевое расстояние (d_{002}) уменьшается с 0,345 до 0,340 нм.

Для изготовления лабораторных образцов подовых блоков использовался ЭКА. Сначала, за основу гранулометрического состава (без добавки графита) брали грансостав соответствующих технологических регламентов производства анодов; Ø (-12+5)мм; -13,0%; Ø(-5+1)мм -26,0%; Ø (-1+0,15)мм -16,0%; Ø менее 0,15мм – 27,0%. Содержание пека составляло -18,0% (по массе).

Лабораторные образцы из этой смеси изготавливались в виде цилиндрических стержней длиной 200 мм, Ø 36 мм, которые прессовались в специальной пилотной пресс-форме с применением вибрации частотой колебания 1450 колеб/мин, амплитудой колебания 2-3 мм при массе пуансона 5,0 кг. До прессования в выбропрессе «зеленая» подовая масса изготавливалась в лабораторном смесителе.

Полученные экспериментальные стержни помещались по 4 штуки в стальном ящике и поверх его во избежание окисления засыпалась углеродистая прокаленная присыпка. Далее образцы со стальным ящиком помещались в электропечь сопротивления и обжигались при температуре 1300 ± 5 ^{0}С с выдержкой 4 часа. Аналогичным образом готовились лабораторные образцы с добавкой искусственного графита в количестве 30% (по массе), термоантрацита 52% (по массе), а пека 18% (по массе) [2]. После прохождения стадии обжига и охлаждения стержни подвергались осмотру и очистке поверхности от посторонних включений, затем шлифовались. Далее образцы прошли испытания на физико-химические и физико-механические показатели. Результаты испытаний приведены в таблице 2.

Как видно из таблицы 2, все показатели качества не соответствуют украинским нормам. Эти отличия вызваны, на наш взгляд, по двум причинам: по степени метаморфизма антрацита и несоответствие грансостава. В дальнейшем необходимо менять (оптимизировать) грансостав шихты.

Таблица 2.

Физико-химические и физико-механические показатели опытных подовых образцов

Наименование образца	$d_к$, г/см^3	d_u, г/см^3	Золь-ность, %	Пористость общая,%	Пористость открытая, %	УЭС, Ом·мм^2/м	Мехпрочность	
							$б_{сж}$, МПа	$б_{изг}$, МПа
Состав, %: термоантрацит - 82, пек -18	1,50	1,80	3,90	21,0	18,0	80,0	25,0	7,0
Состав, %: термоантрацит-52, графит-30, пек-18	1,53	1,85	4,05	20,0	17,0	60,5	24,0	6,0
По норме с добавкой 30% графита	1,57-1,6	1,90-1,93	2,0-3,0	16-19	14-16	26-35	30-45	9-11

Примечание: показатели качества приняты по норме ОАО «Укрграфит» с добавкой графита 30% в состав шихты, которые соответствуют ISO 9001 и ISO 14001.Содержание пека в составе шихты у всех производителей колеблется от 18 до 21 % (по массе).

Таким образом, переходим к оптимизации состава шихты (рецептуры) для производства подовых блоков алюминиевых электролизеров в лабораторных условиях. В таблицах 3 и 4 приведены гранулометрический состав сухой шихты и качественные показатели лабораторных образцов подовых блоков.

Таблица 3.

Гранулометрический состав сухой шихты для изготовления лабораторных образцов подовых блоков

	Размер зёрен, мм										Сумма в %-ах	Примечание
	10	8	6	4	2	1	0,5	0,15	0,075	-0,075		
Состав №1	1,0	30	40	20	-	5,0	2,0	-	-	2,0	100	Во всех случаях содерж. пека составлял 18,0 %
Состав №2	2,0	28	30	15	5,0	10	2,0	5,0	-	3,0	100	
Состав №3	3,0	27	20	15	5,0	5,0	5,0	10	5,0	5,0	100	
Состав №4	4,0	20	16	25	10	-	5,0	10	5	5	100	
Состав №5	5,0	15	12	3,0	20	10	10	15	10	-	100	
Состав №6	-	15	25	30	-	-	20	3	3	4	100	
Состав №7	-	10	30	20	10	10	10	4	6	-	100	
Состав №8	15	5,0	25	15	15	5,0	-	-	10	10	100	
Состав №9	-	10	10	10	20	20	15	5	3	7	100	
Состав №10	-	12	8,0	35	5,0	10	10	10	10	-	100	

Таблица 4.

Физико-химические и физико-механические показатели лабораторных образцов подовых блоков, полученных с разного состава шихты [5]

Показатель / Состав	Зола, %	УЭС, $\frac{Ом \cdot мм^2}{м}$	$б_{сж}$, МПа	$б_{изг}$, МПа	$d_к$, г/см^3	d_u, г/см^3	КТЛР $\cdot 10^{-6}$, 1/С	Коэфф. теплопр., Вт/м · К
Состав №1	3,5	38,0	28,5	7,4	1,50	1,80	5,2	13,1
Состав №2	3,6	40,0	26,2	6,8	1,53	1,82	5,5	13,5
Состав №3	3,4	42,2	25,4	7,0	1,55	1,83	5,0	14,0
Состав №4	3,7	37,3	28,7	8,5	1,56	1,85	4,5	14,4
Состав №5	3,5	35,5	30,6	9,2	1,58	1,90	3,0	15,4
Состав №6	3,8	39,7	27,2	8,1	1,54	1,83	4,2	14,2
Состав №7	3,9	42,3	25,0	7,5	1,52	1,80	4,6	14,0
Состав №8	3,6	45,0	22,1	7,0	1,50	1,82	4,5	13,2
Состав №9	3,9	48,2	23,3	7,2	1,51	1,80	4,7	13,0
Состав №10	4,0	35,0	31,1	9,0	1,58	1,88	3,2	15,0
Норма по КНР	3,5-4,0	30-35	30-40	10-12	1,58-1,60	1,95-1,98	2,7-3,0	15-16
Норма ОАО «Укрграфит»	2,0-3,0	26-35	30-45	9-11	1,57-1,60	1,90-1,93	2,5	9,0-11,0
Российская норма по ЗАО «НовЭЗ»	1,5-2,5	30-40	35-50	-	1,55-1,58	1,89-1,92	3,1-3,4	8,0-10,0

Примечание: нормы взяты из каталогов.

Как видно из таблицы 4, составы №5 и 10 по своим техническим характеристикам ближе или равноценны с показателями зарубежных фирм (производителей).

В дальнейшем изучили физико-химические и механические свойства лабораторных образцов подовых блоков от содержания графита (см. таблицу 5).

Таблица 5.

Физико-химические и физико-механические показатели лабораторных образцов подовых блоков с различными добавками графита.

Показатель / Состав, %	Зола, %	УЭС, $\frac{Ом \cdot мм^2}{м}$	$б_{сж}$, МПа	$б_{изг}$, МПа	$d_к$, г/см^3	d_u, г/см^3	КТЛР $\cdot 10^{-6}$, 1/С	Коэфф. теплопр., Вт/м · К
Термоантрацит, 48, графит 40, пек 18	3,5	35,2	30,0	9,0	1,55	1,83	4,0	15,0
Термоантрацит, 32, графит 50, пек 18	3,5	35,0	29,0	8,8	1,56	1,82	3,6	15,5

Как видно из таблицы 5, увеличение содержания графита (более 40%) приводит к уменьшению КТЛР и механических свойств. Исходя из этого, дальнейшее увеличение содержание графита (боле 40%) в составе шихты не целесообразно.

Заключение, физико-химические и физико-механические показатели лабораторных образцов подовых блоков, полученных с разного состава шихты (составы №5 и 10) по своим техническим характеристикам ближе или равноценны с показателями зарубежных фирм (производителей), которые по качественным показателям соответствовали требованиям ТУ-1913-109-021-2003. В будущем эти рецептуры могут быть рекомендованы для производства подовых блоков на промышленной основе для ГУП «ТАлКо».

Литература:

1.Джамолзода, Б.С. Минеральные примеси в антраците месторождения Назарайлок / Б.С. Джамолзода, А. Муродиён, А.Г. Сафаров, Х. Сафиев // Доклады АН Республики Таджикистан. – 2015. – Т. 58, №4. – С. 326 – 330.

2.Джамолзода, Б.С. Исследование потери массы антрацита месторождения Назарайлок термогравиметрическими методами / Б.С. Джамолзода, А. Муродиён, Б.С. Азизов, Д.С. Кучакшоев, А.Г. Сафаров, Х.С. Сафиев // Доклады АН Республики Таджикистан. – 2015. – Т. 58, №8. – С. 726 – 732.

3.Кураков Ю.И. Сырьевая база антрацитов Российского Донбасса для производства углеродных материалов. Дисс…д.т.н. – М., 2005, 260 с.

4.Гиллер Я.Л. Таблица межплоскостных расстояний,т.2, – М.:Недра,1996, С. 95-153.

5.Джамолзода Б.С. Физико – химические и технологические основы использования антрацита месторождения Назарайлок для производства катодных блоков алюминиевых электролизеров. Дисс…к.т.н. – М., 2018, 135 с.

ИМКОНИ ИСТИФОДАИ АНТРАТСИТИ КОНИ МАЪДАНИ НАЗАРАЙЛОҚ БАРОИ ИСТЕҲСОЛИ БЛОКҲОИ ФАРШӢ

Б.С. Ҷамолзода

Таркиби гранулометрии омехтаи хушк ва якчанд талабот оид ба ашёи хоми антратсити маъдани Назарайлоқ барои истеҳсоли блокҳои фаршӣ ҳангоми бутабандии электролизёрҳои алюминий таҳия шуддаст. Нишондоди физикию химиявӣ ва физикию механикии намунаҳои озмоишии блокҳои фаршӣ, аз он ҷумла зичии ҳақиқӣ, зичии зоҳирӣ, ковокии умумӣ, муқовимати хос, мустаҳкамии фишӯрдашавӣ, мустаҳкамии қатшавӣ ва гармигузаронӣ муайян карда шуд.

Муқоисаҳои маълумоти гирифташуда мувофиқи нишондоди сифати талаботи истеҳсолкунандаҳои ҶХХ, Донбасси Россия ва Украина (Донетск) монандбуда оварда шудааст.

Маълумоти таҷрибаҳои гузаронидашуда ва натиҷаҳои ҷамънамуда мувофиқ ба антратсити Назарайлоқ, ки барои истеҳсоли блокҳои фаршӣ электролизёрҳои алюминийи ҳосилкунанда мувофиқ буда, аз рӯйи нишондоди сифат ба талаботи ТУ-1913-109-021-2003 ҷавобгӯ мебошад.

Калимаҳои калидӣ: антратсит, таркиби гранулометрӣ, термоантратсит, блокҳои фаршӣ, электрокалсинатсия, графит.

VASMASTIBILITY OF USE OF ANTHRACITE DEPOSIT OF NAZARILOK IN THE MANUFACTURE OF BOTTOM BLOCKS

B.S .Jamolzoda

Tajik technical university named after academician M.S. Osimi

The granulometric composition of the dry mixture and some requirements for anthracite of the Nazarylok field as raw materials for the production of bottom blocks used in the lining of the bottom of aluminum electrolyzers have been developed.

The physicochemical and physicomechanical indicators of prototypes of the hearth blocks such of true density, apparent density, porosity, electrical resistivity, compressive strength, flexural strength and thermal conductivity were determined.

A comparisons of the data obtained are with similar quality indicators of such manufacturers of the People's Republic of China, the Rassian Donbass and Ukraine (Donetsk).

The given experimental data and the generalization of the results testify to the suitability of anthracite from the Nazaraylok deposit for the production of bottom blocks of aluminum electrolyzers, which in terms of quality met the requirements of TU-1913-109-021-2003.

Key words: anthracite – grading – thermoanthracite – bottom blocks electrocalcination – graphite.

Сведения об авторе:

Джамолзода Бехрузи Саъдонхуджа – кандидат технических наук, ассистент кафедры «Электроснабжение», Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими. Телефон: (+992) 918 105014. E-mail: behruz_5014@mail.ru

ЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БИОДИЗЕЛЯ НА ОСНОВЕ МАСЛА ИНДАУ - ERUCA SATIVA MILL

Д.Э Иброгимов, Х.Ш Гулахмадов, Т.М Махмудова, Т.С.Маджидов

Таджикский технический университет имени М.С. Осими

В данной статье приведены результаты исследования химического состава масла семян индау – Eruca sativa Mill. По химическому составу выявлено, что это масло не пригодно в пищевой промышленности, т.е. оно является техническим маслом. На основе данного масла разработана эффективная технология получения биодизеля методом переэтерификации. С применением физико-химических методов анализа определены физико-химические аспекты синтеза метиловых эфиров карбоновых кислот, полученные на основе гидролиза глицеридного состава масла семян индау.

Также изучен материальный баланс реакции горения полученного биодизеля.

Выявлено, что полученная новая модель модифицированного биодизеля является высокоэффективным топливом по сравнению с обычного биодизелем за счет содержания кислорода.

Ключевые слова: *индау-Eruca sativa Mill, экстракция, физико-химические константы, глицериды, гидролиз, переэтерификация, биодизель, физико-химические аспекты,.*

Разработка новых высокоэф-фективных технологий получения модифицированных биологических топлив на сегодняшний день является важной и актуальной.

Эта актуальность в основном связана с уменьшением запасов нефти на Земле. Также выявлено, что из-за содержания связанного углерода в молекуле биодизеля они являются наилучшими моторными топливами, работавшими на высокогорьях.

Литературные поиски в этом направлении показали, что в качестве исходного сырья для получения биодизеля могут служить растительные масла [1].

Для получения биодизеля нами в качестве исходного сырья было выбрано масло семян индау – Eruca sativa Mill. Причина данного выбора заключается в том, что индау является высокоурожайным масличным растением, также посадочный материал стоит не слишком дорого. Период выращивания имеет интервал до 1 месяца. Урожайность может достигать с 1га до 500кг семян. Зелёную массу также можно использовать для получения других альтернативных топлив, таких как биогаз и биометанол.

В флоре Таджикистана Eruca sativa Mill. является однолетним растением высотой 30 – 60 см.

Листья индау являются мясистыми, рассеяно-волосистыми и реже голыми и имеют специфический запах.

Нижние листья с зубчатыми долями и перистораздельные.

Соцветие имеет длинный стебель. Цвет соцветий бледный, а иногда ярко-жёлтый с фиолетовыми жилками. Чашелистики длиной 9–12мм, лепестки длиной 15–22мм, клиновидные, иногда слегка выемчатые.

Плод продолговатой формы, на утолщенных коротких ножках с выпуклым створиком с продольной жилкой длиной 2–3 см, носик 5–10 мм длиной, мечевидный, сжатый.

Семена размером 1,5 – 3мм, 1–2,5 мм, светло-бурые расположены в два ряда, овально круглой формы. Индау в климате Таджикистана цветет в мае – июне, а семена созревают в июле [2].

Для получения масла семена индау были собраны в фазе после полного созревания из Ромитского ущелья.

С применением лабораторной мельницы семена были измельчены. Полученный помол поместили в специальные мешочки, а затем загрузили в аппарат Сокслета. С применением хлороформа проводили горячую экстракцию на водяной бане согласно температуре кипения экстрагента.

С целью отделения масла от экстрагента экстракт упаривали на роторном испарителе.

Для характеристики физико-химических свойств были определены физико-химические константы полученных масел согласно методике [3-6].

Полученные результаты приведены в. таблице 1

Таблице 1

Физико-химические свойства масло семян индау

Образец	Физико-химические константы								
	Масличность (в %)	$[\rho]_4^{10}$	$[n]_4^{10}$	п °С t	t заст. °С	КЧ мг КОН/г	ЧО мг КОН/г	ЭЧ мг КОН/г	ИЧ гI/100г
Масло семян индау, полученное методом горячей экстракции	32.3	0.910	1.4841	9-10	7-8	3.67	187.7	184.03	180.36

Как видно из физико-химических свойств, масло семян индау в своем составе содержит значительное количество жирного масла. Судя по содержанию эфирного числа, оно также богато эфирами жирных кислот с глицерином. Значение йодного числа свидетельствует о том, что данное масло относится к полувысыхающим маслам.

Кислотное число масла индау равно 3,67 мг КОН/г. Судя по этому значению масло богато также свободными карбоновыми кислотами.

Как известно, любое растительное масло является многокомпонентным. Основными компонентами для получения биодизеля являются глицериды и глицеролы растительного масла.

Учитывая это, для удаления сопутствующих компонентов от глицеридов сперва масло обработали водным раствором гидроксида натрия. Затем смесь подвергли холодной экстракции с применением хлороформа. Хлороформную часть отделили от водной части делительной воронкой. Такой технологический подход обусловливает очистку триглециридов от компонентов, обладающих кислотными свойствами. Глицеридную часть подвергли реакции переэтерификации согласно методике [7].

Как известно, триглицериды при нагревании с CH_3OH и C_2H_5OH не гидролизуются, а если к маслу, нагретому до 80°С, добавить немного КОН при интенсивном перемешивании, то через несколько минут из образовавшегося раствора глицерин выделяется в виде отдельной фазы.

Исследования показали, что в спиртовом растворе над слоем пропантриола

появляются сложные эфиры карбоновых кислот.

Химизм данной технологии можно выразить следующим уравнением:

$$\begin{array}{l} CH_2-O-CO-R \\ | \\ CH-O-CO-R + 3CH_3\text{-}O \\ | \\ CH_2-O-CO-R \end{array} \longleftrightarrow \begin{array}{l} CH_2\text{-}OH \\ | \\ CH-OH + 3R\text{-}CO\text{-}O\text{-}CH_3 \\ | \\ CH_2-OH \end{array}$$

Как видно, при реакции взаимодействия глицеридов жирных кислот с метанолом образуются метиловые эфиры карбоновых кислот. В технологии жиров эта реакция называется также реакцией алкоголизом.

Реакция алкоголиз идентична с реакцией гидролиза жиров. Отличие между реакциями заключается в том, что в реакции алкоголиза вместо воды используется спирт. Реакция алкоголиз является каталитической реакцией, и она осуществляется в присутствии катализатора.

Эта реакция без катализатора протекает очень медленно даже при высоких температурах. Механизм действия катализатора в технологии получения метиловых эфиров жирных кислот (биодизель) происходит согласно следующим уравнениям:

$$CH_3\text{-}OH + K \longrightarrow CH_3\text{-}OK + H_2$$
$$CH_3\text{-}OK + CH_3\text{-}OH \longrightarrow CH_3\text{-}OK + CH_3\text{-}OH$$
$$CH_3\text{-}OK + H_2O \longrightarrow CH_3\text{-}OH + KOH$$

В первой реакции приведена технология получения метилового алкоголята калия.

Как видно из второго уравнения, катализатор (алкоголят калия) с метиловым спиртом обмениваются атомом водорода. При наличии воды конечным продуктом является гидроксид калия и метанола.

В каталитических процессах не расходуется гидроксид калия, но он активно влияет на скорость реакции.

После идентификации физико-химических аспектов нам удалось разработать технологию получения биодизеля на основе масла семян индау (рис.1).

Как видно из разработанной технологической схемы, технология получения биодизеля проводится в нескольких стадиях.

К первой стадии технологии относится переработка семян индау до получения глицеридов. Вторая технологическая стадия – это процесс периэтерификации с применением CH_3-OH и KOH, который осуществляется в реакторе 1 и 2.

Третья технологическая стадия – это процесс очистки биодизеля. Очистка биодизеля выполняется с применением технологии дистилляции и центрифугирования. Последняя технологическая стадия относится к переработке вторичных продуктов. К вторичным продуктам в этой технологии относится глицерин. Полученный глицерин очищается гидро- обработкой.

Вторичный продукт также является ценным сырьём для химической промышленности, а полученный биодизель является модификатором для приготовления дизельных топлив.

Здесь следует отметить, что чистый биодизель невозможно использовать как транспортное топливо. Одной из таких причин является низкая температура застывания топлива. Чистый биодизель застывает даже при температуре +3, –2 ℃. Учитывая это свойство, полученный продукт был перемешан с дизельным топливом в разных объемных соотношениях в интервалах с 1:1 до 1:10.

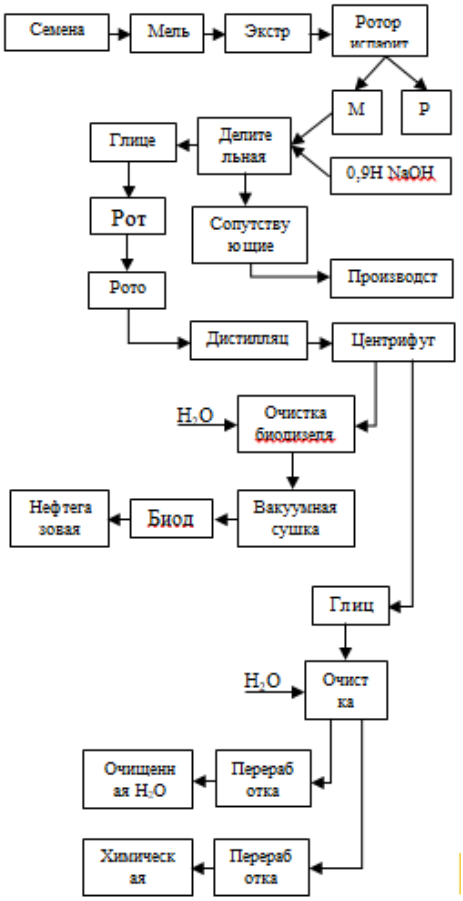


Рисунок 1. Технологическая схема производства биодизеля

Исследование показало, что при увеличении соотношения дизельного топлива более чем 1:7 приводит к уменьшению октанового числа. Уменьшение октанового числа отрицательно влияет на

теплотворность полученного модифицированного топлива. Согласно уравнению взаимодействия биодизеля с кислородом (реакция горения) идентифицировано, что в условиях высокогорных дорог Республики Таджикистан лучшим топливом являются модифицированные дизельные топлива в объемных соотношениях 1:5.

Таким образом, выявлено, что разработанная технология получения биодизеля на основе масла, полученного из местного сырья (масло семян индау), является эффективной и рентабельной.

Также нам удалось идентифицировать необходимое соотношение добавления биодизеля при модификации нефтяного топлива, при котором устраняются недостатки работы двигателя за счет недостатка кислорода.

Экспериментальная часть

Для получения масла семян индау – Eruca sativa Mill.. семена были собраны из Ромитского ущелья Республики Таджикистан в фазе после полного созревания. С применением лабораторной мельницы собранные семена были измельчены до размеров 0,1–0,2мм. Для выделения масла применили метод горячей экстракции с применением хлороформа на аппарате Сокслет согласно методике [3-6]. Масло от экстрагента отделили методом перегонки на роторном испарителе. Масличность определили по Сокслету при 20℃. Плотность масла была определена весовым методом с применением пикнометра [7].

Показатели преломления определили методом рефрактометрии [4]. Температуры плавления и застывания идентифицированы с применением термометров. КЧ масла определили титрометрическим методом как в условиях работы [9]. ЧО определили согласно методике [5]. ЭЧ вычислили по разнице между значениями ЧО и КЧ. Йодное число определили по Гюбелю [4,5].

Гомогенность полученных продуктов и использование реактивов контролировали методом тонкослойной и бумажной хромотографии [10].

Литература:

1.С.А. Нагорнов, Д.С. Дворецкий,С.В. Романцова, В.П. Таров Техника и технологии производства и переработки растительных масел Тамбов Издательство ГОУ ВПО ТГТУ 2010

2.Дубченко Л.Г., Козьяков А.С., Кривенко В.В. Пряно-ароматические и пряно-вкусовые растения: Справочник Отв. ред. К.М. Сытник –К.: Наукова думка, 1989-304с.

3.Д.Э. Иброгимов, С.Дж. Ёдгорова, С. Нажбудинов Технологические подходы улучшения органолептических свойств некоторых эфирных и жирных масел Земледелец, -Душанбе: 2015. - №3. – С.32-36.

4.Д.Э. Иброгимов, К.М. Палавонов, Б.Ф. Абдулхайров, Д.Р. Норкулова, С. Дж. Ёдгорова К вопросу о количественной характеристике кислот состава масел Вестник Таджикского национального университета, – Душанбе: Сино, -2015. - №1/2(160). – С.185-189.

5.Аз.А. Улукханов, Д.Э. Иброгимов Ал.А. Улукханов, К.М. Палавонов Г.Г. Шодиев Физико-химические константы и липидный состав масла плодов дикого винограда - AMPELORSIS VITIFOLIA (BOISS) Вестник Таджикского национального университета,– Душанбе: Сино, -2015. - №1/5(88). – С.20-23.

6.Ш.Х. Халиков, Д.Э. Иброгимов Эктракция масла из семян Acrtium Tomentosum Mill. (лопуха) и исследование его химического состава / Сборник научных статей посвещенной к «День науки». – Душанбе: ТНУ, - 2001. – С.71-72.

7.Нагорнов С.А., Дворецкий Д.С. и др. Техника и технология производства и переработки растительных масел, Тамбов Издательство «ГОУ ВПО ТГТУ» 2010г ст. 90

8.Д.Э. Иброгимов, Т.М. Махмудова Физико-химические аспекты регенерации нефтяных (моторных) масел с использованием местного бентонита «Даштимирон» [Текст] / // Вестник Таджикского технического университета. – Душанбе: Шинос, -2015. №3(31) – С.59-61.

9.Ш.Х Халиков, С.В Алиева, Д.Э. Иброгимов /Определения кислотного числа семян лопуха - Acrtium Tomentosum Mill., методом потенциометрии [Текст] / / Доклады АН РТ. – Душанбе: Дониш, -2004, т.47, №1-2, - С.35-41.

10.Хроматографическая характеристика флаваноидов семян Bunium persicum [Текст] / Д.Э. Иброгимов, Ш.Х. Усмонова // Вестник Авицены. – Душанбе: -ТГМУ им. Абуали ибни Сино – 2010. т.2. -№3. -С.123-126.

ТЕХНОЛОГИЯИ МУФИДИ ИСТЕҲСОЛИ БИОДИЗЕЛ ДАР АСОСИ РАВҒАНҲОИ РАСТАНИГИИ ТЕХНИКӢ

Д.Э. Иброгимов, Ҳ.Ш. Гулаҳмадов, Т.М. Маҳмудова, Т.С. Маҷидов

Дар мақолаи мазкур натиҷаҳо оид ба тадқиқоти таркиби химиявии равғани тухми миндав пешниҳод гардидааст. Аз рӯйи таркиби химиявӣ маълум карда шуд, ки ин равған наметавонад ҳамчун ғизо дар саноати хӯрокворӣ истифодашаванда бошад. Аз ҳамин лиҳоз ин равған ба гурӯҳи равғанҳои техникӣ дохил мешавад.

Ин ҷанбаҳоро ба инобат гирифта, дар асоси ин равған технологияи муфиди истеҳсоли биодизел бо усули переэтирификатсия коркард гардидааст. Бо истифода аз тариқаҳои таҳлили физикию химиявӣ ҷабҳаҳои физикию химиявии синтези эфирҳои метилии кислотаҳои карбонӣ дар асоси гидролизи глисеридҳои таркиби равғани тухми миндав муайян карда шуд.

Дар рафти пажӯҳиш ва тадқиқот инчунин баланси маводии реаксияи сӯзиши биодизел назариявӣ омӯхта шуд. Муайян карда шуд, ки биодизели модификатсия кардашуда аз хисоби оксигени таркиби худ нисбат ба сӯзишвории дизелии муқаррарӣ дорои сифати баланд мебошад.

Калимаҳои калидӣ: миндав - Eruca sativa Mill., экстраксия, нишондиҳандаҳои физикию химиявӣ, глисеридҳо, гидролиз, переэтерификатсия, биодизел, ҷабҳаҳои физикию химиявӣ.

EFFICIENT TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF BIODIESEL BASED ON VEGETABLE OILS OBTAINMENT TECHNOLOGY

D. E Ibragimov, H. Sh. Gulahmadov, T. M Mahmudova, T. S Majidov.

This article presents the results of a study on the chemical composition of indau - Eruca sativa Mill. seed oil. The chemical composition revealed that this oil is unsuitable for the food industry, i.e. it is a technical oil. Based on this oil, an effective technology for producing biodiesel has been developed by means of transesterification method. The physicochemical aspects of synthesis of methyl esters of carboxylic acids obtained on the basis of hydrolysis of glyceride composition of indau seed oil are determined with the use of physico-chemical methods of analysis.

The material balance of the combustion reaction of the resulting biodiesel was also studied.

It is revealed that the received new model of the modified biodiesel is highly effective fuel, at the expense of the oxygen content.

Key words: indau-Eruca sativa Mill., extraction, physico-chemical constants, glycerides, hydrolysis, re-ethylation, physico-chemical aspects, biodiesel.

Сведения об авторах:

Ибрагимов Дилшод Эмомович – кандидат химических наук, доцент кафедры «Переработка энергоносителе и нефтегазового сервиса» ТТУ им. акад. М.С. Осими. e-mail: ibrogimov_75@mail.ru, тел. +992951793676.

Махмудова Тахминаи Муминджон – аспирант кафедры «Переработка энергоносителе и нефтегазового сервиса» ТТУ им. акад. М.С. Осими. e-mail: mash_19.87@mail.ru тел. +992985885100.

Гулахмадов Хайдар Шарифович – кандидат технических наук, доцент, Заведующий отделом естественно-математических и технических наук Высшей аттестационной комиссии при Президенте РТ. Контактный адрес: e-mail: h.gulahmadov@mail.ru тел. +992918-70-20-81.

Маджидов Тохир Саидович - кандидат технических наук, и.в. доцент, Заведующий учебного отдела ТТУ имени академика М.С.Осими Контактный адрес:, e-mail: тел. +99293-586-13-67.

УДК 541. 123.6

РАСТВОРИМОСТЬ В СИСТЕМЕ K_2SO_4-K_2CO_3-$KHCO_3$-H_2O ПРИ 25 ^{0}C

Л.Солиев, Б.М.Ибрагимова, М.Т.Джумаев

Таджикский государственный педагогический университет им. С.Айни

Рассмотрены результаты изучения растворимости в системе K_2SO_4-K_2CO_3-$KHCO_3$-H_2O при 25°C и строения ее диаграммы при данной температуре.

Ключевые слова: *растворимость, равновесие, жидкая фаза, химический анализ, кристаллооптический анализ, диаграмма, геометрические образы*

Введение.Четырехкомпонентная система K_2SO_4–K_2CO_3–$KHCO_3$-H_2O является составной частью более сложной шестикомпонентной системы K,Ca//SO_4, O_3,HCO_3,F-H_2O. Состояния фазовых равновесий в ней и составляющих ее пяти- и

четырёхкомпонентных системах определяют условия утилизации жидких отходов алюминиевого производства, которые содержат фториды, карбонаты, гидрокарбонаты и сульфаты натрия, калия и кальция [1,2].

В настоящей работе рассмотрены результаты исследования системы K_2SO_4–K_2CO_3–$KHCO_3$-H_2O при 25 ^{0}C методом растворимости с целью установления концентрационных параметров положения её геометрических образов и соотношения полей кристаллизации индивидуальных равновесных твёрдых фаз. Раннее [3] методом трансляции были установлены фазовые равновесия исследуемой системы и построена её фазовая диаграмма.

Экспериментальная часть

Равновесными твёрдыми фазами исследуемой системы при 25^{0}C являются: K_2SO_4·- арканит (Ар); K_2CO_3·1,5H_2O – К·1,5; $KHCO_3$·K_2CO_3·1.5H_2O - S и $KHCO_3$ – калицинит (Кц).

Для опытов были использованы следующие реактивы: K_2SO_4 (х.ч); K_2CO_3 (ч); $KHCO_3$ (ч). Опыты проводили согласно методу донасыщения [4].

Исходя из данных литератур [5,6], нами предварительно были приготовлены смеси осадков с насыщенными растворами, соответствующими нонвариантным точкам составляющих исследуемой четырехкомпонентной системы трехкомпонентных систем: K_2SO_4-K_2CO_3–H_2O; K_2SO_4-$KHCO_3$–H_2O и K_2CO_3-$KHCO_3$-H_2O при 25 ^{0}C. Затем, исходя из схемы трансляции нонвариантных точек уровня трехкомпонентного состава на уровень четырехкомпонентного состава [3], приготовленные насыщенные растворы с соответствующими равновесными твёрдыми фазами, перемешивая, термостатировали при 25 ^{0}C до достижения равновесия.

Термостатирование проводили в ультратермостате U–8. Перемешивание смеси осуществляли с помощью магнитной мешалки PD – 09 в течение 50-100 часов. Температура поддерживалась с точностью ± 0,1^{0}C с помощью контактного термометра. За кристаллизацией твёрдых фаз наблюдали с помощью микроскопа «ПОЛАМ-Р 311». После достижения равновесия в системе равновесные твёрдые фазы сфотографировали цифровым фотоаппаратом «SONY- DSC-S500». Достижение равновесия устанавливалось по неизменности фазового состава осадков. Отделение жидкой и твёрдой фазы осуществляли с помощью вакуумного насоса через обеззоленную (синяя лента) фильтровальную бумагу на воронке Бюхнера. Осадок после фильтрации промывали 96%-м этиловым спиртом и высушивали при 120^{0}C.

Результаты и их обсуждения

Химический анализ жидкой фазы проводили по известным методикам [7-9] и результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1.

Растворимость в узловых (нонвариантных) точках системы K_2SO_4–K_2CO_3–$KHCO_3$-H_2O при 25 ^{0}C

№ точек	Состав жидкой фазы, мас.%				Фазовый состав осадков
	K_2SO_4	K_2CO_3	$KHCO_3$	H_2O	
e_1	10.7	-	-	89.30	Ар
e_2	-	52.8	-	47.20	К·1.5
e_3	-	-	26.72	73.28	Кц
E_1^3	1.54	52.79	-	45.67	Ар+К·1.5
E_2^3	2.23	-	24.72	73.05	Ар+Кц
E_3^3	-	49.1	2.19	48.71	S+Кц
E_4^3	-	50.6	1.56	47.84	К·1.5+S
E_1^4	8.68	37.46	15.56	38.30	Кц+S+Ар
E_2^4	3.54	51.33	20.39	24.74	К·1.5+S+Ар

Результаты кристаллооптического анализа [10] равновесных твёрдых фаз (микрофотографии) представлены на рис. 1.

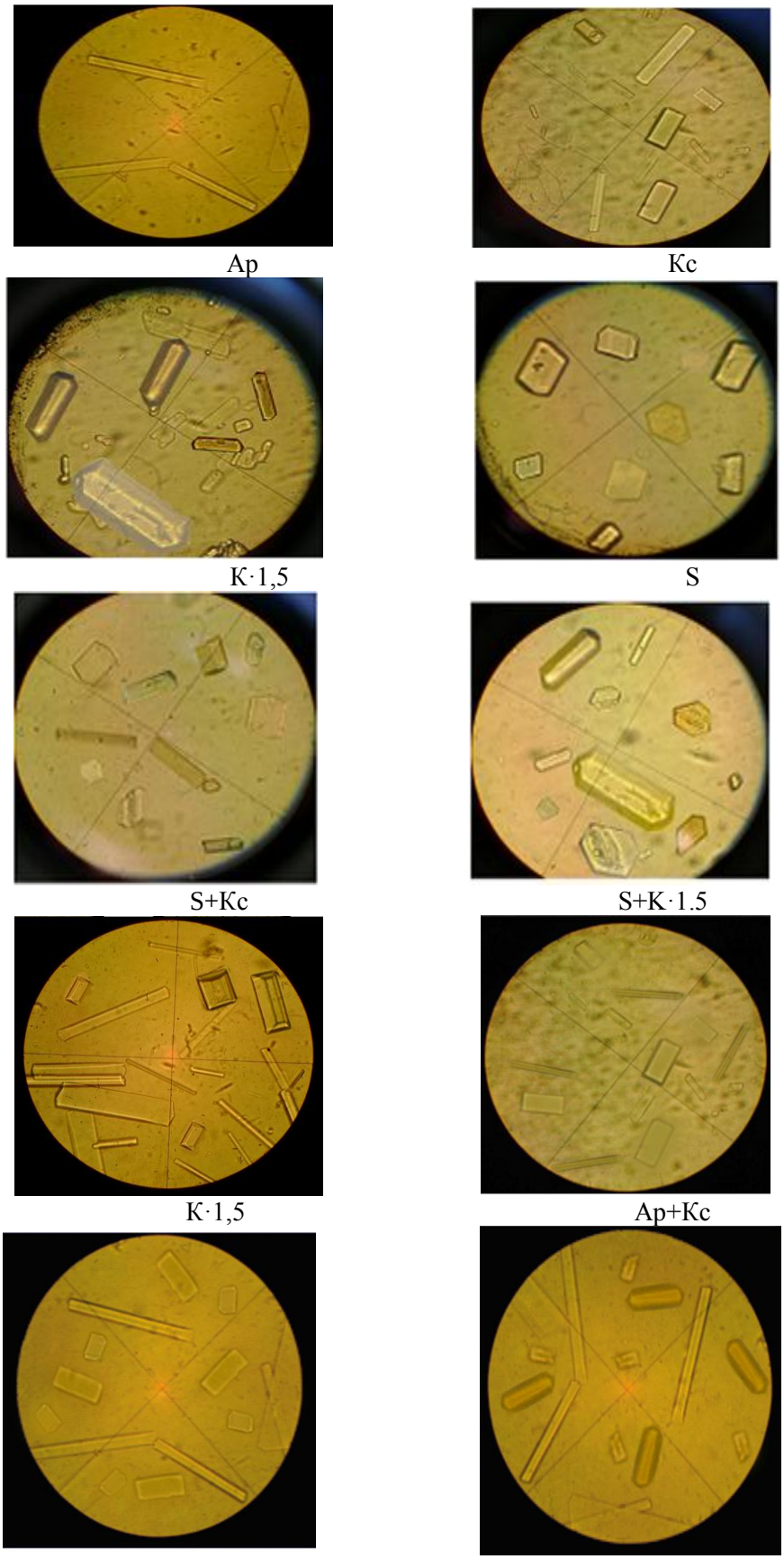
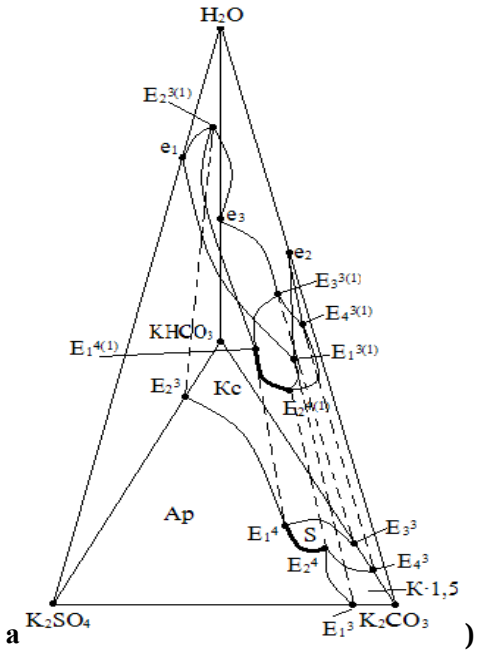
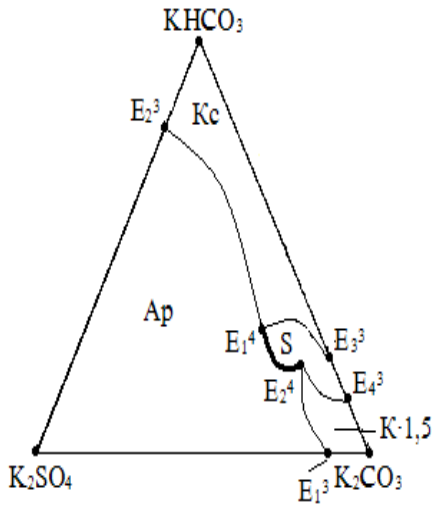


Рисунок 1. Микрофотографии равновесных твёрдых фаз системы K_2SO_4–K_2CO_3–$KHCO_3$-H_2O при 25 ^0C

На основании полученных данных построена диаграмма растворимости системы K_2SO_4–K_2CO_3–$KHCO_3$-H_2O при 25 ^{0}C, которая представлена на рис. 2. Положения нонвариантных точек уровня трехкомпонентного (E_n^3) и четырехкомпонентного (E_n^4) составов, где n – номера точек, на диаграмме установлены по массцентрическому методу [11]. В связи с малой растворимостью солей в приведенных условиях, что сопровождается смещением положения фигуративных точек смесей к водному углу, концентрация воды взята в отношении 1:5.



а)



б)

Рисунок 2. Диаграмма растворимости системы K_2SO_4–K_2CO_3–$KHCO_3$-H_2O при 25^{0}C: а) общая; б) солевая часть

На рис. 2 приведена «общая» (а) и «солевая» (б) части диаграммы растворимости системы K_2SO_4–K_2CO_3–$KHCO_3$-H_2O при 25 ^{0}C, где отражено взаимное расположение и относительных размеров полей кристаллизации соответствующих равновесных фаз. Как следует из рис. 2, при 25 ^{0}C в исследуемой четырёхкомпонентной системе поле кристаллизации арканита (K_2SO_4) занимает её значительную часть, что характеризует малую растворимость этой соли в приведённых условиях.

Описание содержания геометрических образов (рис. 2.) (поля, кривые, точки) приведены в табл. 2.

Таблица 2.

Описание содержания геометрических образов (поля, кривые, точки) рисунок 2

Обозначения геометрических образов	**Расшифровка обозначений**
1	**2**
e_1	Растворимость сульфата калия в воде
e_2	Растворимость карбоната калия в воде
e_3	Растворимость гидрокарбоната калия в воде
E_1^3	Точка совместной кристаллизации Ар+К·1.5 в системе K_2SO_4–K_2CO_3-H_2O
E_2^3	Точка совместной кристаллизации Ар+Кц в системе K_2SO_4–$KHCO_3$–H_2O
E_3^3	Точка совместной кристаллизации Кц+S в системе K_2CO_3–$KHCO_3$-H_2O
E_4^3	Точка совместной кристаллизации S + К·1.5 в системе K_2CO_3–$KHCO_3$-H_2O
E_1^4	Точка совместной кристаллизации Ар+Кц+S в системе K_2SO_4–K_2CO_3–$KHCO_3$–H_2O
E_2^4	Точка совместной кристаллизации Ар+К·1.5+S в системе K_2SO_4–K_2CO_3–$KHCO_3$–H_2O

1	2
e_1-E_1^3	Кривая кристаллизации Ар в системе K_2SO_4–K_2CO_3–H_2O
e_1-E_2^3	Кривая кристаллизации Ар в системе K_2SO_4–$KHCO_3$-H_2O
e_2-E_1^3	Кривая кристаллизации К·1.5 в системе K_2CO_3–K_2SO_4-H_2O
e_2-E_4^3	Кривая кристаллизации К·1.5 в системе K_2CO_3-$KHCO_3$-H_2O
e_3-E_3^3	Кривая кристаллизации Кц в системе $KHCO_3$-K_2CO_3-H_2O
E_3^3-E_4^3	Кривая кристаллизации S в системе $KHCO_3$-K_2CO_3-H_2O
E_1^3 - E_2^4	Кривая совместной кристаллизации Ар+К·1.5 в системе K_2SO_4–K_2CO_3–H_2O
E_2^3 - E_1^4	Кривая совместной кристаллизации Ар+Кц в системе K_2SO_4–$KHCO_3$-H_2O
E_3^3 - E_1^4	Кривая совместной кристаллизации СаГ+Сц в системе $CaCO_3$–$Ca(HCO_3)_2$-H_2O
E_3^3 - E_1^4	Кривая совместной кристаллизации Кц+S в системе K_2CO_3–$KHCO_3$-H_2O
E_4^3 - E_2^4	Кривая совместной кристаллизации К·1.5+S в системе K_2CO_3–$KHCO_3$-H_2O
$e_1E_2^3E_1^4E_2^4E_1^3e_1$	Поле кристаллизации Ар в системе K_2SO_4–K_2CO_3–$KHCO_3$-H_2O
$e_3E_2^3E_1^4E_3^3e_3$	Поле кристаллизации Кц в системе K_2SO_4–K_2CO_3–$KHCO_3$-H_2O
$e_2E_1^3E_2^4E_4^3e_2$	Поле кристаллизации К·1.5 в системе K_2SO_4–K_2CO_3–$KHCO_3$-H_2O
$E_4^3E_2^4E_1^4E_3^3$	Поле кристаллизации S в системе K_2SO_4–K_2CO_3–$KHCO_3$-H_2O

Литература:

1. Морозова В.А. Ржечицкий Э.П.//– Журн. прикл. химии, 1976, т. 49, № 5, с. 1152.
2. Морозова В.А., Ржечицкий Э.П.// – Журн. неорг. химии, 1977, т. 22, №3, с. 873.
3.Солиев Л., Худоёрбекова З.П., Низомов И.М.// Доклады Академии наук Республики Таджикистан, 2016, т. 59, № 5-6, с. 236-241.
4.Горощенко Я.Г., Солиев Л., Горников Ю.И.// – Укр.хим. журн., 1987, т.53, № 6, с. 568.
5. Справочник экспериментальных данных по растворимости многокомпонентных водно–солевых систем. т. 1., кн. 1 -2. – СПб.: Химиздат, 2003, 1151с.
6. Справочник экспериментальных данных по растворимости многокомпонентных водно – солевых систем. Т. II., кн. 1 -2. – СПб.: Химиздат, 2004, 1247 с.
7. Крешков А.П. Основы аналитической химии/Крешков А.П - Л: Химия, 1970, 456 с.
8. Анализ минерального сырья (под общей ред. Книпович Ю. Н., Морачевского Ю. В.). / Госхимиздат. – Л: 1959, 947 с.
9.Резников А.А. Методы анализа природных вод/ Муликовская Е. П., Соколов И. Ю. - М: Недра, 1970, 488 с.
10. Татарский В.Б. Кристаллооптика и иммерсионный метод анализа веществ / Татарский В.Б. – Л: ЛГУ, 1948, 268 с.
11. Горощенко Я.Г. Массцентрический метод изображения многокомпонентных систем / Горощенко Я.Г. – Киев: Наукова думка, 1982, 264 с.

ҲАЛШАВАНДАГИИ СИСТЕМАИ K_2SO_4-K_2CO_3-$KHCO_3$-H_2O ДАР ҲАРОРАТИ 25°C

Л. Солиев, Б.М. Ибрагимова, М.Т. Ҷумаев

Дар мақола натиҷаи омӯзиши ҳалшавандагии системаи K_2SO_4-K_2CO_3-$KHCO_3$-H_2O дар ҳарорати 25°C оварда шудааст. Дар асоси далелҳои ба даст овардашуда диаграммаи ҳалшавандагии система барои ин ҳарорат сохта шудааст.

Калимаҳои калидӣ: ҳалшавандагӣ, мувозинат, фазаи моеъ, таҳлили химиявӣ, таҳлили кристаллооптикӣ, диаграмма, элементҳои геометрӣ.

SOLUBILITY IN THE SYSTEM K_2SO_4-K_2CO_3-$KHCO_3$-H_2O AT 25 ^{0}C TEMPERATURE

L.Soliev, B.M.Ibragimova, M.T.Jumaev

In manuscript the investigation of solubility at invariant points in the system

K_2SO_4-K_2CO_3-$KHCO_3$-H_2O at 25 ^{0}C is presented. The solubility diagram of the title system is modeled according to the evidences obtained.

Key words: solubility, balance, liquid phase, firm phase, chemical analysis, cristallooptical the analysis, diagram, geometrical images.

Сведения об авторах:

Солиев Лутфулло – доктор химических наук, профессор кафедры «Общая и неорганическая химия» Таджикского государственного педагогического универси-тета им. Садриддина Айни. Адрес: Республики Таджикистан. Тел. +992-37-236-14-82, E-mail: Soliev.lutfullo@yandex.com

Ибрагимова Бибигул Махма-далиевна - соискатель кафедры «Общая и неорганическая химия» Таджикского государственного педагогического универси-тета им. Садриддина Айни. Тел. +992-988-88-55-58.

Джумаев Маъруфжон Тагоймуротович – старший преподаватель кафедры «Общая и неорганическая химия» Таджикского государственного педагогического университета им. Садриддина Айни. Тел. +992-90-4444-100, E-mail: jumaev_m@bk.ru

УДК 543.1.5 .

РАЗРАБОТКА ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОЙ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЙОДИД-ИОНОВ В СПИРТОВЫХ СРЕДАХ С ПОМОЩЬЮ ЙОДИД-СЕЛЕКТИВНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ

М. А. Зухурова, К.С. Шарипова

[1] Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

[*]Таджикский государственный медицинский университет им.Абуали ибни Сино

Изучены электрохимические свойства иодид-селективных мембранных электродов в алифатических спиртах и водно-спиртовых смесях и разработаны прямые и косвенные потенциометрические методы определения иодидов в этих средах. Установлено, что линейная зависимость потенциала от pC_I^- во всех водно-спиртовых смесях соблюдается в интервале от 10^{-6}-10^{-1} моль/дм3.М KI.

Полученные данные свидетель-ствуют, что калибровочные графики имеют различ-ные угловые коэффициенты. В чистых спир-тах (за исключением метилового и этилового) и в 50, 70 и 90%-ных водно-спиртовых смесях угловые коэффициенты колеблются от 49 до 56 мВ, и использование уравнения Нернста для расчета концентраций иодид-ионов в этих растворителях невоз-можно, поскольку приводит к систематической ошибке. Исходя из этого, следует пользо-ваться только калибровочными кривыми.

Ключевые слова: *иодид-ионы, прямая и косвенная потенциометрия, элек-троды, селективность, концентрация, алифатические спирты, электродная функция, прямолинейность.*

Известно, что йод является биологическим активным микроэлементом, имеющим решающее значение для здоровья и благополучия людей, а также для животных и растений [1-4]. Дефицит йода обусловливает нарушение ряда физиологических функций органов и систем, способствует развитию заболеваний, в первую очередь, щитовидной железы, кардиологических, иммунологических и других [5-7]. Кроме того, приводит к снижению интеллектуального потенциала всего населения, проживающего в зоне йодной недостаточности. Для удовлетворения жизненных потребностей человека с продолжительностью жизни 70 лет достаточно всего 5 гр. йода [8-11].

По данным ВОЗ, около двух миллиардов жителей Земли проживают на территориях с низким содержанием йода, у 655 млн. человек имеется увеличение щитовидной железы (ЩЖ), у 43 млн.−отмечается умственная отсталость в результате йодной недостаточности [12]. Для нашей страны проблема дефицита йода также является чрезвычайно актуальной [13].

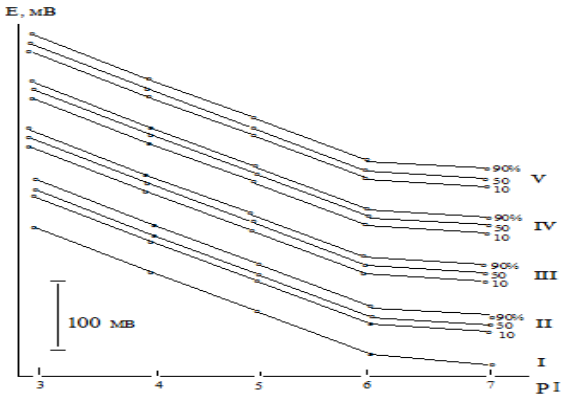
В настоящее время учеными разработаны все возможные методы контроля за содержанием йода в различных объектах, в том числе в природных средах, лекарственных средствах и пищевых продуктах [14-16].

Нами проведены исследования и изучены электрохимические свойства иодид-селективных мембранных электродов в алифатических спиртах и в водно-спиртовых смесях и разработаны прямые и косвенные потенциометрические методы определения иодидов в этих средах.

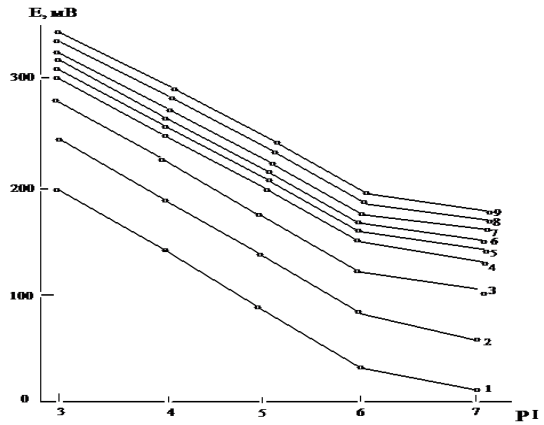
На наш взгляд, электрохимические методы с использованием ионоселективных электродов (ИСЭ), а также методы ионо-

метрического анализа, которые имеют ряд достоинств: высокую чувствительность сравнительно небольшую погрешность определения, простоту аппаратурного оформления, возможность автоматизации метода измерения полезного сигнала.

Результаты и обсуждение.Построение калибровочных кривых. Показатель зависимости величины мембранного потенциала иодид-селективного электрода от активности иодид-ионов в растворах исследовали с помощью калибровочных кривых, полученных по стандартным растворам KI в метиловом, этиловом, н-пропиловом, изопропиловом спиртах и водно-спиртовых смесях, содержащих 10, 30, 50, 70, 90% спирта, и по стандартным растворам иодида тетрабути-ламмония в изоамиловом, н-гексиловом и бутиловых спиртах. Стандартные серии растворов содержали от $1\cdot10^{-1}$-$1\cdot10^{-2}$ до $1\cdot10^{-7}$ г-ион/л иодида. На рис.1 и 2 представлены калибровочные кривые для иодид-селективных электродов в среде спиртов и их смесей с водой. В табл.1 представлены основные характеристики калибровочных кривых.



а)



б)

Рис.1 а) Калибровочные кривые иодид-селективных электродов в воде и водно-спиртовых смесях: I-вода,II-метиловый спирт, III-этиловый спирт, IV- н-пропиловый спирт, V-изопропиловый спирт.
б) Калибровочные кривые иодид-селективных электродов в воде (1), метиловом (2), этиловом (3), н-пропиловом (4), изопропиловом (5), н-бутиловом (6), изобутиловом (7), изоамиловом (8), и н-гексиловом (9) спиртах.

Таблица 1

Основные характеристики калибровочных кривых иодид-селективных электродов в спиртах и их смесях с водой

Растворитель	Содер-жание спирта в смеси, %	$\frac{\partial E}{\partial pI}$, мв	Растворитель	Содер-жание спирта в смеси, %	$\frac{\partial E}{\partial pI}$, мв
Вода	–	59	н-Пропиловый спирт	10 30 50 70 90 100	58 55 54 53 53 53
Мети-ловый спирт	10 30 50 70 90 100	59 59 59 59 59 59	Изопропиловый спирт	10 30 50 70 90 100	58 58 56 54 53 52
Этило-вый спирт	10 30 50 70 90 100	59 59 59 59 58 58	н-Бутиловый спирт Изобутило-вый спирт Изоамиловый спирт н-Гексиловый спирт	– – – –	52 52 51 49

Определение иодидов по калибровочным кривым. Для разработки прямого потенциометрического метода определения иодидов в спиртовых и водно-спиртовых средах определяли концентрации иодид-ионов по полученным калибровочным кривым в растворах, содержащих от $1\cdot10^{-3}$-$1\cdot10^{-6}$ г-ион/л иодида. Проводили три параллельных измерения для определения каждой концентрации иодида. В каждом растворителе определяли от четырех до шести солей, указанных выше. Результаты прямого потенциометрического определения иодид-ионов в 90%-ных смесях спиртов с водой и в чистых спиртах приведены в табл. 2 и 3.

Таблица 2

Результаты прямого потенциометрического определения иодидов в 90%-ных водно-спиртовых смесях

Растворитель - 90%-ный спирт	pI	n	Стандартное отклонение (s), ед. pI
Метиловый	3	8	0,01
	4	8	0,01
	5	8	0,01
	6	8	0,02
Этиловый	3	12	0,01
	4	12	0,01
	5	12	0,01
	6	12	0,02
н-Пропиловый	3	12	0,01
	4	12	0,02
	5	12	0,02
	6	12	0,03
Изопропиловый	3	12	0,01
	4	12	0,02
	5	12	0,02
	6	12	0,02

Таблица 3

Результаты прямого потенциометрического определения иодидов в спиртах

Растворитель-90%-ный спирт	pI	n	Стандартное отклонение (s), ед. pI
Метиловый	3	8	0,01
	4	8	0,02
	5	8	0,03
	6	8	0,03
Этиловый	3	12	0,01
	4	12	0,02
	5	12	0,02
	6	12	0,03
н-Пропиловый	3	12	0,01
	4	12	0,02
	5	12	0,02
	6	12	0,02
Изопропиловый	3	12	0,01
	4	12	0,03
	5	12	0,02
	6	12	0,02

Линейность калибровочных кривых во всех водно-спиртовых смесях и чистых спиртах сохраняется так же, как и в воде, вплоть до концентрации $1\cdot10^{-6}$ М KI, что показано на рис. 1 и 2 и в табл. 1. Как видно, калибровочные графики имеют различные угловые коэффициенты. В чистых спиртах (за исключением метилового и этилового) и в 50, 70 и 90%-ных водно-спиртовых смесях угловые коэффициенты колеблются от 49 до 56 мВ и использование уравнения Нернста для расчета концентраций иодид-ионов в этих растворителях невозможно, поскольку это приводит к систематической ошибке. Исходя из этого следует пользоваться только калибровочными кривыми.

С помощью метода прямой потенциометрии с использованием иодид-селективных электродов можно проводить определение иодидов даже в сильно разбавленных растворах до концентраций $1\cdot10^{-5}$-$1\cdot10^{-6}$г-ион/л, причем абсолютные ошибки определения в чистых спиртах не превышают ±0,13 pI. При определении иодидов в воде для концентрации $1\cdot10^{-5}$г-ион/л абсолютные ошибки составляют 0,01-0,02 pI, а для концентраций–$1\cdot10^{-6}$г-ион/л ±0,04 pI. При прямом потенциометрическом определении иодидов в чистых спиртах стандартное отклонение единичного определения возрастает с 0,01 pIдля $1\cdot10^{-3}$г-ион/л до 0,03 pI для $1\cdot10^{-6}$г-ион/л иодида (см. табл. 2 и 3).

Определение иодидов потенциометрическим титрованием. С целью исследования условий потенциометрического титрования иодидов и их количественного определения навески солей растворяли в 90%-ных метиловых, этиловых, н-пропиловых и изопропиловых спиртах и титровали 0.1 н раствором нитрата серебра. На рис. 3 представлены кривые потенциометрического титрования NH_4I в 90%-ных спиртах. В табл. 4 приведены результаты потенциометрического титрования иодидов в 90%-ном изопропиловом спирте.

титрования иодидов в воде и 90%-ных спиртах в точке эквивалентности наблюдается четкий скачок (рис. 3) потенциала иодид-селективного электрода. Относительное стандартное отклонение (S_r) при потенциометрическом титровании иодидов в 90%-ном изопропиловом спирте составляет 0,006-0,009 (табл. 4).

Таблица 4.

Результаты определения иодид-ионов потенциометрическим титрованием в 90%-ном изопропиловом спирте (P=0,95; n=6)

Определяемая соль	$\bar{X}$, %	S_r	Определяемая соль	$\bar{X}$, %	S_r
NH_4I	100,1	0,006	$(CH_3)_4NI$	99,7	0,009
Li I	100,1	0,007	$(C_2H_5)_4NI$	100,6	0,006
			$(C_4H_9)_4NI$	99,7	0,009

Методом потенциометрического

Материал и методы исследования. Определяемыми солями служили х.ч.и о.с.ч. соли KI, NH_4I, LiI, $(CH_3)_4NI$, $(C_2H_5)_4NI$, $(C_4H_9)_4NI$. В качестве растворителей использовали метиловый, этиловый, н-пропиловый, изопропиловый спирты и их

смеси с водой, а также н-бутиловый, изобутиловый, изоамиловый и н-гексиловый спирты. Растворители очищали и обезвоживали по известным в литературе методикам [1]. Воду в растворителях определяли по методу Фишера, ее содержание колебалось в пределах от 0,05 до 0,12%.

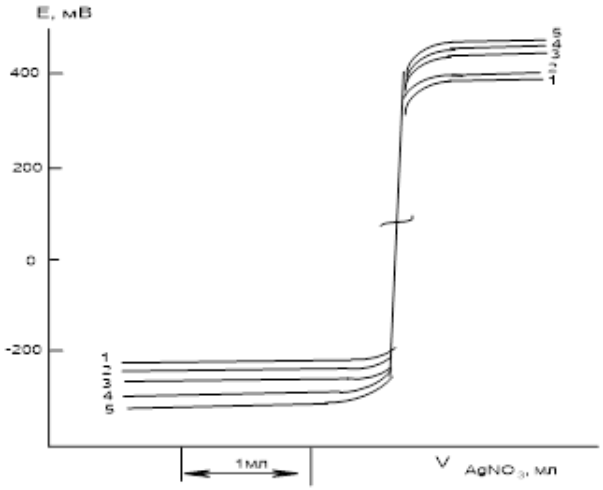


Рис.2. Кривые потенциометрического титрования NH_4I 0,1 н. раствором $AgNO_3$ в воде (1), метиловом (2), этиловом (3), н-пропиловом (4) и изопропиловом (5)90%-ных спиртах.

Определения проводили на иономере марке ЭВ-74 с использованием в качестве индикатора ионоселективный электрод (ИСЭ) фирмы “Вольта” с твердой поликристаллической мембраной на основе смеси AgI – Ag_2S. Данный электрод отвечает основным техническим требованиям: имеет достаточно низкий предел обнаружения, химически инертен, обладает высокой избирательностью по отношению к определяемым ионам. Согласно паспортным данным, рабочий диапазон электрода составляет 10^{-6}-10^{-1} моль/дм^3, что позволяет использовать его для анализа биологических жидкостей, природных и минеральных вод на содержание йодид-ионов. В качестве электрода сравнения применяли хлорид серебряный электрод ЭВЛ-IМЗ, наполненный насыщенным раствором КС1 в соответствующем растворителе. Магнитной мешалкой перемешивали раствор. При концентрациях иодида в интервале $1\cdot10^{-5}$-$1\cdot10^{-6}$г-ион/л равновесие устанавливалось в течение 4-5 мин. В термостатированной установке при 25,0±0,2° после достижения равновесия потенциалы измеряли.

Выводы. В нашей работе были исследованы электрохимические характеристики иодид-селективных мембранных электродов в спиртовых и водно-спиртовых средах. В результате выявлено, что для концентраций иодидов от $1\cdot10^{-1}$до $1\cdot10^{-6}$ г-ион/л во всех исследованных растворителях сохраняется линейность электродной функции. Изучен и разработан прямой потенциометрический метод определения иодидов в спиртовых средах с использованием иодид-селективных электродов. При потенциометрическом титровании с иодид-селективными электродами для определения иодидов в водно-спиртовых смесях наблюдается относительное стандартное отклонение не более 0,01.

Литература:

1. Вайсбергер А, Проскауэр Э, Риддик Д, Тупс Э. Органические растворители. М.: Изд-во иностр. лит., 1958; с. 519-308.

2. World Health Organization. Geneva: WHO Press; 1994. Indicators for assessing Iodine Deficiency Disorders and their control through salt iodization; pp. 12–16. WHO-UNICEF-ICCIDD.

3. Dhaar GM, Robbani I. Foundations of Community Medicine. India: Reed Elsevier; 2008. Nutritional problems of mothers and children. pp. 272–280.

4. Detels R, Holland WW, McEwen HJ, Omenn GS. Oxford Textbook of Public Health.3. Oxford University Press; 1977. Endocrine and metabolic disorders; pp. 1114–1115.

5. Bernal J, Nunez J. Thyroid hormone action and brain development. TrendsEndocrinolMetab. 2000;133:390–398.

6. Stanbury JB. The iodine deficiency disorders: Introduction and general aspects. In: Hetzel BS, Dunn JT, Stanbury JB, editors. The prevention and control of iodine deficiency disorders. Amsterdam: Elsevier Science Publishers; 1987. pp. 35–48.

7. Буйновский А.С., Колпакова Н.А., Безрукова С.А. Применение ионометрического метода для мониторинга йоддефицитных состояний. //Физико-технические проблемы атомной энергетики и промышленности (производство, наука, образование): Материалы Межд. научно-практич. конф., Томск: Изд. ТПУ, 2004.-С.44.

8. Delong GR, Robbins J, Condliffe PG. Iodine and the brain. New York: Plenum. 1989.

9.Kochupillai N. Neonatal chemical hypothiesdism of nutritional origin.A major health problem that impairs growth and

developing countries. In: Gopalan C, editor. Recent Trends in nutrition. Recent Trends in nutrition; 1993. pp. 181–193.

10. Stanbury JB. The iodine deficiency disorders: Introduction and general aspects. In: Hetzel BS, Dunn JT, Stanbury JB, editors. The prevention and control of iodine deficiency disorders. Amsterdam: Elsevier Science Publishers; 1987. pp. 35–48.

11.Буйновский А.С., Безрукова СА, Колпакова НА. Влияние биологически активных веществ на определение йодид-ионов потенциометрическим методом // Известия ТПУ. - 2004. - Т. 307. - №1. - С. 89-92.

12. Буйновский А.С., Колпакова НА, Безрукова СА. и др. Способ определения йодид-ионов в моче // Патент РФ № 2228533,2004 г.

13.Анварова ШС. О проблеме эндемического зоба у женщин детородного возраста в Таджикистане //Сборник статей IV научно практической конференции ТИППМК «Проблемы патологии и постдипломного образования». Душанбе, 1998; с. 249-256.

14.Иванов ЮМ Комолова НГШартуков ОФ. Основы потенциометрического и кулонометрического анализа. JL: 1978. 79 с.

15.Никольский БП, Матерова ЕА. Ионоселективные электроды. JL: Химия, 1980.-240 с.

КОРКАДИ МЕТОДИКАИ МУАЙЯН НАМУДАНИ ИОНҲОИ ЙОДИД БО УСУЛИ ПОТЕНСИОМЕТРӢ ДАР МУҲИТИ ОБИЮ СПИРТӢ БО ЁРИИ ЭЛЕКТРОДИ ЙОДИД-СЕЛЕКТИВӢ

М.А. Зуҳурова, К.С. Шарипова

Хосиятҳои электрохимиявии электроди мембранагии йодид-селективӣ бо ёрии спиртҳои алифатӣ ва дар маҳлулҳои обу спиртӣ барои муайян намудани ионҳои йодид дар ин муҳит бо усули таҳлили потенсиометрияи бевосита ва бавосита омӯхта шудааст.

Муайян карда шуд, ки вобастагии потенсиал аз pC_I^- дар ҳамаи маҳлулҳои спиртӣ дар ҳудудҳои консентрасияҳои аз 10^{-6}-10^{-1} мол/дм^{3}М KI ростхатавӣ риоя карда мешавад.

Аз натиҷаҳо бармеояд, ки графикҳои ин вобастагиҳо коэффитсиентҳои кунҷии гуногун доранд. Дар спиртҳои тоза (ғайр аз метил ва этил) дар маҳлулҳои обӣ аз 50, 70 ва 90%-а коэффитсиентҳои кунҷӣ аз 49 то 56 мВ аст ва истифодаи муодилаи Нернст барои ҳисобарориҳои консентрасияи ионҳои йод дар ин ҳалкунандаҳо ғайриимкон аст. Аз ин сабаб ба хатогиҳои систематикӣ оварда мерасонад ва танҳо усули калибровкавӣ истифода карда мешавад.

Калимаҳои калидӣ: ионҳои йодид, потенсиометрияи бевосита ва бавосита, электродҳо, интихобӣ, консетрасия, спиртҳои алифатӣ, функсияи электродӣ, росхатавӣ.

DEVELOPMENT OF A POTENTIOMETRIC METHOD FOR THE DETERMINATION OF IODIDE-IONS IN ALCOHOL ENVIRONMENT WITH THE HELP OF IODIDE-SELECTIVE ELECTRODES

M.A. Zuhurova, K.S. Sharipova.

To study the electrochemical properties of iodide-selective membrane electrodes in aliphatic alcohols and water-alcohol mixtures and to develop direct and indirect potentiometric methods for the determination of iodides in these media.

It was established that the linear dependence of the potential on the pCI-in all water-alcohol mixtures is observed in the range from 10-6-10-1 mol / dm3M KI.

The data obtained indicates that the calibration graphs have different angular coefficients. In pure alcohols (except for methyl and ethyl) and in 50, 70 and 90% aqueous-alcohol mixtures, the angular coefficients vary from 49 to 56 mV and using the Nernst equation to calculate iodide ion concentrations in these solvents is impossible, because systematic error. On this basis, use only calibration curves.

Key words: iodide ions, direct and indirect potentiometry, electrodes, selectivity, concentration, aliphatic alcohols, electrode function, straightness.

Сведения об авторах:

Зухурова Мавлуда Ашуровна - кандидат химических наук, старший преподаватель кафедры «Переработка энергоносителей и нефтегазового сервиса» ТТУ им. акад. М.С. Осими. *E-mail: mavluda.zukhurova@mail.ru*

Шарипова Каминамо Сафаралиевна, старший преподаватель кафедры биоорганической и физколлоидной химии Таджикского государственого медицинского университета им.Абуали ибни Сино.

КОМПЛЕКСНОЕ ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ АНТРАЦИТА МЕСТОРОЖДЕНИЯ НАЗАРАЙЛОК ДО И ПОСЛЕ ТЕРМООБРАБОТКИ

М.М. Вохидов

Таджикский технический университет имена академика М.С. Осими

В статье приведены полученные результаты по комплексному изучению свойств антрацита месторождения Назарайлок до и после термообработки. В данной работе показано, что термообработка антрацитов *способствует их уплотнению, росту мехпрочности, плотности, микротвёрдости, а также уменьшает удельное электрическое сопротивление, выводит из состава сырья летучие компоненты и этим способствует возможности использования антрацита для изготовления различных электродных продукций.*

Ключевые слова: *антрацит, термообработка, электролизёр, температура, электрическое сопротивление.*

Антрациты применяются для изготовления различной электродной продукции: бортовые и подовые блоки алюминиевых электролизёров, углеграфитовые блоки для футеровки доменных печей, подовой массы для набойки межблочных швов подины электролизёров, угольные электроды для сталеплавильных печей, различные пасты и др. Антрациты используются также для производства карбидов кальция, кремния, титана, микрофонного порошка, термографита и прочее.

Сырьевые ресурсы антрацита Республики Таджикистан сосредоточены на территории Раштского района и известны под названием месторождения Назарайлок. Общие ресурсы данного месторождения оцениваются более 150 млн. тонн.

Одним из наиболее важных показателей качества антрацитов является их зольность. В зависимости от содержания золы антрациты могут быть использованы для производства определённого вида углеродного материала. Например, для получения катодных блоков содержание золы в антраците не должно превышать 4% (по массе), для производства холоднонабивной подовой массы ХНПМ не более 6% (по массе), для производства электродов не более 1,0 % (по массе).

Термообработка антрацитов способствует их уплотнению, росту мехпрочности, плотности, микротвёрдости, уменьшает удельное электрическое сопротивление, выводит из состава сырья летучие компоненты и несколько при этом повышается зольность [1,2,3,4]. Следует отметить, что это характерно для всех типов антрацитов.

Антрациты в сыром виде практически не представляют интереса в промышленности, особенно в производстве электродной продукции. Поэтому их необходимо термообрабатывать.

Основные показатели качества углей различного марочного состава приведены в табл. 1. Как видно из табл. 1, у антрацитов выход летучих веществ ($V^{г}$) составляет менее 8,0% (по массе), содержание углерода 91,0% (по массе), теплота сгорания 8100-8750 ккал/кг, отражательная способность 2,50-2,60%.

Для изучения вышеуказанных свойств, а также для снятия термограмм, рентгенограмм, ЭПР, ИК-спектров антрацита Назарайлок термообработку проводили в лабораторной печи сопротивления при разных режимах и выдержках. Исследуемые образцы термообрабатывались при температуре до 1000^0С со скоростью нагрева 5^0С в минуту и выдержкой 2 часа на максимальной температуре. Далее охлаждение образцов производилось в самой печи после отключения от сети.

Показатели качества антрацита до и после термообработки определялись согласно следующим межгосударственным стандартам: зола -ГОСТ 11022-95, удельное электрическое сопротивление (УЭС) (порошок)-ГОСТ 4668-75, окисляемость (осыпаемость)-МВИ 055-022-09, механическая прочность-МВИ 055-025-09 истинная плотность – МВИ 055-021-09, пористость-МВИ 055-55-01, влага-ГОСТ 27314-91, выход летучих веществ-ГОСТ 6382-91, сера- ГОСТ 8606-93, химический состав золы определяли по ГОСТ 10538-87, фракционный состав по ГОСТ 4790-80 «Топливо твердое. Метод фракционного анализа» и ГОСТ 2093-82 «Топливо твердое. Ситовой метод определения гранулометрического состава», реакционную способность определяли согласно [2].

Таблица 1

Основные показатели качества углей различного марочного состава

Марки угля	Буквенное обозначение марок	Средние величины показателей для углей, состоящих преимущественно из витринита			Отражательная способность витринита R^0, %
		Выход летучих веществ $V^г$, %	Содержание углерода $C^г$, %	теплота сгорания $Q^г$, ккал	
Бурые	Б	41 и более	76 и менее	6900-7500	0,30-0,49
Длиннопламенные	Д	39 и более	76	7500-8000	0,50-0,64
Газовые	Г	36	83	7900-8600	0,64-0,84
Жирные	Ж	36	86	8300-8700	0,85-114
Коксовые	К	20	88	8400-8700	1,15-1,74
Отощённо-спекающиеся	ОС	15	89	8450-8780	1,75-2,04
Тощие	Т	12	90	7300-8750	2,05-2,49
Антрациты	А	8 и менее	92 и более	8100-8750	2,50-6,00

В табл. 2 приведены усредненный химический состав и свойства антрацитов различных месторождений [3-4]. Как видно из табл. 2, антрацит Назарайлока имеет наименьшую золу (2,3%) и серу (0,19%). Содержание летучих компонентов составляет 9,0%, отражательная способность 3,15%, а плотность 1400 кг/м^3, что свидетельствует о низкой степени метаморфизма. Донецкие (Украина) и горловские (Россия)антрациты испытывали более высокую степень метаморфизма, о чём свидетельствуют высокая плотность, малый выход летучих и высокая отражательная способность.

Сравнительная характеристика показателей качества и свойств антрацитов после термообработки приведены в табл. 2

Таблица 2

Химический состав исходных антрацитов различных месторождений и их свойства

Антрациты	Плотность антрацита кг/м^3	Летучие мл/л	Содержание, % (вес)						Отражательная способность, %	Электросопротивление, Ом·мм^2/м
			A*	S	$C^г$	$H^г$	O	N		
Донецк, шахты №№66-67	1660	78	2,9	0,92	92,3	1,87	3,30	0,85	6,10	$1,0 \cdot 10^6$
Горловский бассейн (Коливанский фюзенит)	1690	95	3,6	0,22	91,9	1,8	3,70	0,85	4,70	$1,0 \cdot 10^7$
Вьетнамский (Ха-ту), контактный метаморфизм	1420	280	2,6	0,57	91,0	3,03	2,60	1,00	4,00	-
Таджикский (Назарайлок)	1400	9,0 %	2,3	0,19	91,3	3,5	2,65	1,02	3,85	$3,31 \cdot 10^6$
Тощий уголь, фюзонитовый	1410	-	4,8	0,21	88,0	3,40	2,70	2,00	2,00	-

Закономерности влияния зольности, механической прочности, объемного выхода летучих веществ и других качественных показателей антрацитов на качество электродной продукции и углеграфитовых изделий до сих пор отчетливо не выявлены. Не отвечает современным требованиям и классификация антрацитов по этим показателям. Степень метаморфизма антрацитов и изменение их свойств в процессе термообработки можно характеризовать петрографическими, рентгеноструктурными, ИК-спектроскопическими, ЭПР, термографическими данными и др.

Таблица 3

Сравнительная характеристика показателей качества и свойств антрацитов после термообработки

Антрациты	Показатели					
	Содержание золы, %	Содержание серы, %	Электро-сопротивление Ом·мм²/м	Кажущаяся плот-ность, кг/м³ кг/м³	Истинная плотность, кг/м³	Механическая проч-ность МПа
Горловский бассейн	4,60	0,60	2850,0	1540	1780	30,0
Донецкий бассейн	3,00	0,50	1770,0	1450	1800	27,0
Ха-ту	3,60	0,18	1800,0	-	-	-
Назарайлок	3,22	0,20	1200,0	1420	1750	31,0

Как видно из табл. 3, содержание золы, серы, кажущаяся и истинная плотности термообработанных антрацитов Назарайлока меньше по сравнению с антрацитами Горловского и Донецкого бассейнов.

Эти факты свидетельствуют о высоком качестве и низком метаморфизме антрацита Назарайлока. Изготовленные образцы на основе антрацита Украины и России имеют чуть больше кажущуюся и истинную плотности. Это свидетельствует о раннем возрасте антрацитов, и кроме витринита, в вещественном составе органической массы присутствует фюзенит [2].

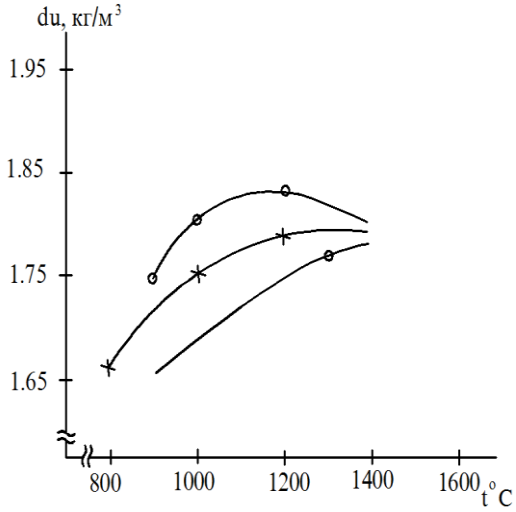


Рис. 1. Изменение истинной плотности антрацитов в зависимости от температуры обработки: 1–Донецкого бассейна; 2.-Горловского бассейна; 3.–Назарайлокского бассейна.

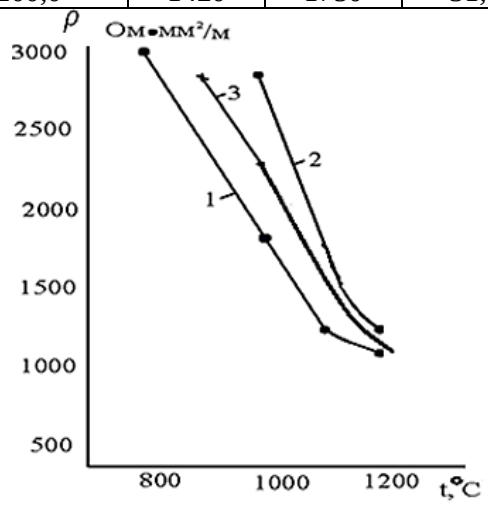


Рис.2. Изменение удельного электросопротивления антрацитов в зависимости от температуры обработки: 1–Донецкий бассейн; 2–Горловский бассейн; 3–Назарайлокский антрацит

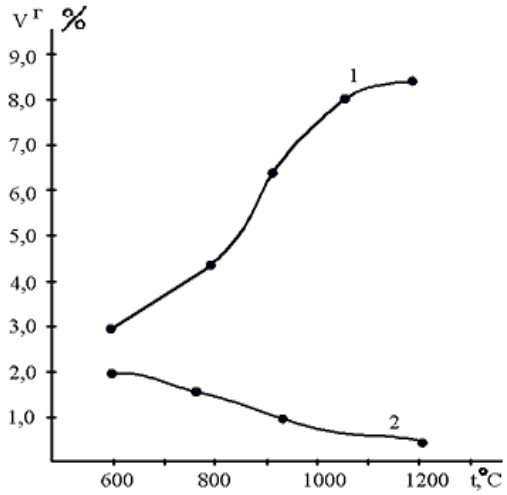


Рис. 3. Зависимость выхода летучих от температуры прокалки:1– Антрацит Назарайлок; 2 –

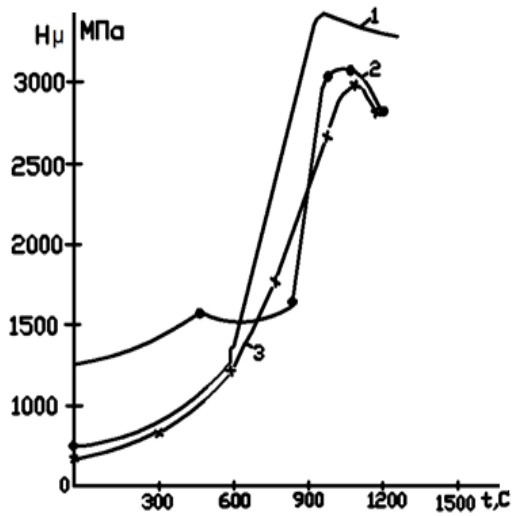


Рис. 4. Зависимость изменение микротвёрдости антрацитов при термообработке: 1-Донецккий бассейн; 2-Российский Донбасс (пласт К5 ш им. Ленинского Комсомола); 3. –Назарайлокский бассейн

Изменение истинной плотности, удельного электросопротивления, межслоевого расстояния, выхода летучих компонентов, а также микротвёрдости от термообработки для антрацита Назарайлока приведено на рисунках 1-4.

С повышением температуры термообработки происходит постепенное увеличение истинной плотности и уменьшение удельного сопротивления исходного материала. С ростом температуры до определённой величины увеличивается межслоевое расстояние и далее с повышением температуры (более 1000^0С), наоборот, уменьшается. Видно, что при нагреве происходит уплотнение органической массы, наибольший выхода летучих и снижение пористости. Наиболее благоприятное формирование структуры термоантрацита протекает при 1000-1300^0С. В этих условиях отмечено лучшее стремление к упорядочению структуры антрацита.

Сравнительная оценка антрацитов различных месторождений при термообработке, например, изменение истинной плотности (рис.1) и удельное сопротивление (рис.2) показывают общность в геологическом развитии, но с разной степени метаморфизма. Антрацит Донецкого бассейна (рис.1, кривая 1) и Горловского бассейна (кривая 2) подвержены более высокому метаморфизму, т.к. повышение истинной плотности достигается при более высокой температуре, чем у антрацита месторождения Назарайлок (кривая 3).

Закономерно, что по мере повышения температуры происходит уплотнение углеродного материала антрацита и увеличение истинной плотности, что неоднократно отмечалось в [3]. В отличие от ранее установленных закономерностей выявлено различие в величине плотности и интенсивности её изменения в температурных интервалах.

О характере и интенсивности происходящих структурных преобразований в антраците можно судить по величине изменения удельного электрического сопротивления (УЭС). До термообработки антрациты обладают огромной величиной электросопротивления. Однако различаются по исходной величине и по интенсивности изменения в приведенных температурных интервалах. При термообработке отмечено резкое снижение электрического сопротивления в интервале температур до 1200^0С. Антрацит месторождения Назарайлока занимает промежуточное положение между донецким и горловскими антрацитами. Изменение УЭС выше 1200^0С не представляет интереса в поставленной задаче, т.к. обжиг подины алюминиевых электролизёров осуществляется до температуры 1000^0С, межблочные швы подины которых набиты ХНПМ.

Заключение. На основе проведённого комплексного изучения свойств антрацитов месторождения Назарайлок, можно утверждать, что все участки в структурном отношении идентичны (пласты №№4,6). Термографические исследования антрацита показали потери адсорбционной и генетической воды при температурах 110-330°С, выхода летучих веществ при 500°С, далее наблюдался резкий подъем температуры, связанный с интенсивным выделением органических и смолистых компонентов. При температуре 950-1000°С сырой антрацит превращается в термоантрацит.

Необходимо отметить, что все приведенные параметры аналогичны и ближе к антрациту месторождения других стран (Украины и России). Все эти показатели показывают, что антрацит месторождения Назарайлок пригоден для использования в промышленности, в том числе в Государственном унитарном предприятии Таджикская алюмининиевая компания “ГУП ТалКо” для приготовления ХНПМ.

Литература:

1.Вохидов, М.М. Сравнительная характеристика антрацитов различных месторождений и изменения их свойств при термической обработке / М.М. Вохидов, А. Муродиён, Б.С. Азизов, П. Муродиён, А.Г Сафаров // Доклады АН Республики Таджикистан, 2012, т.55, №4, с.322-326.

2.Вохидов, М.М. Свойства холодно набивной подовой массы алюминиевых электролизёров / М.М. Вохидов, А. Муродиён, Б.С. Азизов, П. Муродиён // Известия АН Республики Таджикистан, 2013, №3, (152), с.70-77.

3.Посыльный В.Я. Влияние генетических особенностей на физические свойства антрацитов. // Материалы по геологии и разведке углей Донбасса.-М.: Недра, 1969.-С40-48.

4. Гюлмалиев А.М., Головин Г.С., Гладун Т.Г. Теоретические основы химии угля.-Москва: МГГУ, 2003.-556

ОМӮЗИШИ МАҶМӮАВИИ ХОСИЯТИ АНТРАСИТИ МАЪДАНИ НАЗАРАЙЛОҚ ТО КОРКАРДИ ГАРМӢ ВА БАЪДИ ОН

М.М. Воҳидов

Дар мақолаи мазкур омӯзиши маҷмӯавии хосиятҳои антрасити маъдани Назарайлоқ то коркарди гармӣ ва баъди он дида баромада шудааст. Қайд карда шудааст, ки коркарди гармии антрасит кобилияти устуворӣ, мустаҳкамӣ, мустаҳкамӣ нисбат ба гармӣ, баланд бардоштани микросахтӣ, паст кардани муқовимати хоси электрикӣ ва инчунин аз таркиби ашёи хом компонентҳои бухоршавандаро мебарорад, ки ин ба имкони антраситро дар истеҳсолот истифода бурдан мусоидат менамояд.

Калимаҳои калидӣ: антрасит, коркарди гармӣ, электролизёр, ҳарорат, муқовимати электрикӣ.

COMPLEX STUDY OF PROPERTIES OF ANTHRACITE OF NAZARAYLOK DEPOSIT BEFORE AND AFTER HEAT TREATMENT

M.M.Vohidov

The article presents recently obtained results on a comprehensive study of the properties of anthracite of Nazaraylok deposit before and after heat treatment. It is shown that the heat treatment of anthracite contributes to their compaction, the growth of mechanical strength, density, microhardness, reduces the electrical resistivity, removes volatile components from the composition of the raw materials and rises ash content somewhat.

Key words: anthracite, heat treatment, electrolyzer, temperature, electrical resistance.

Сведения об авторе:

Вохидов Миробид Мирвохидович – Таджикский технический университет им. М.С. Осими, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Электроснабжение».Телефон: 93-565-37-37

УДК 66.067.8.081.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КАВИТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПЕРСПЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД КРАСИЛЬНО-ОТДЕЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА И ИХ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Н.М. Фомина*, М.Г. Коваль*, Ф.Р.Азизов, Г.С. Столяренко*

Институт водных проблем Академии наук Республики Таджикистан

**Черкасский государственный технологический университет, Украина*

В статье представлены результаты исследований по очистке производственных сточных вод красильно-отделочного производства, которые содержат органические красители, с применением процессов фильтрации, коагуляции и флокуляции в кавитаторах, флотации и электроактивации для разработки эффективной технологии водооборотных циклов и повторного использования промышленных сточных вод в технологических процессах текстильного производства. Результаты исследований сточных вод получены на опытной каскадной установке, стадии которой были расположены над усреднителем – отстойником действующих очистных сооружений предприятия.

Ключевые слова: *красильно-отделочное производство, сточные воды ,фильтрация, кавитация, коагуляция, флотация и электроактивация, очистка, технология водооборотных циклов.*

Известно, что большинство действующих красильно-отделочных производств

построены на устаревших и несовершенных технологиях крашения, сточные воды которых представляют собой сложные полидисперсные системы, состоящие из ионов, молекул красителей и вспомогательных органических веществ. В зависимости от типа и свойств используемого текстильного красителя, способа окрашивания ткани, после завершения производственного цикла в сточные воды попадает от 20 до 50% красителей, что приводит к нанесению существенного ущерба экологической системе региона, где расположены такие производства. Вследствие этого, среди прочих экологических показателей, подвергающихся негативному воздействию, следует выделить показатель качества питьевой воды [2].

Необходимо также отметить, что проблема очистки сточных вод с содержанием красителей существует давно, однако на сегодняшний момент не существует достаточных сведений о внедрении технологий, построенных на новых принципах, которые позволяли бы решать такую проблему.

Опираясь на обзор и технологические характеристики (особенно по остаточному содержанию веществ, из которых состоят красители, в сточной воде), действующие красильно-отделочные производства нельзя назвать эффективными и высокорентабельными, т.к. себестоимость крашения ткани в большой мере зависит от стоимости красителей и степени их использования. Исходя из таких рассуждений, становится очевидной и актуальной потребность в формировании двух направлений исследований сточных вод красильно-отделочных производств:

- исследование новых принципов глубокой очистки сточных вод, содержащих органические красители, для достижения высоких экологических показателей;
- исследование возможности повторного использования красящих компонентов, входящих в состав сточных вод в технологическом цикле красильно-отделочного производства, для повышения его экономической эффективности и высокой рентабельности.

Цели работы:

- исследование физико-химических свойств сточных вод красильно-отделочного производства для поиска новых подходов и принципов их очистки;
- проведение исследования по использованию процессов кавитации для очистки сточных вод от красителей, позволяющих минимизировать эксплуатационные затраты и решить проблему создания системы оборотного водоснабжения предприятия;
- проведение экспериментов по переводу сточной воды из состояния с большим удельным содержанием красителей, подлежащей очистке и утилизации, в состояние, пригодное для повторного использования в цикле крашения ткани.

Постановка задачи. В соответствии с изложенными целями был сформулирован основной критерий, удовлетворяющий условиям исследования, который, в свою очередь, определяет оптимальные ограничения адсорбции веществ, входящих в состав красителя ткани, а также вспомогательных веществ, присутствующих в сточных водах.

Для обеспечения поставленных целей, а также для достижения достоверности и высокой эффективности исследований в качестве объекта исследований были выбраны сточные воды красильно-отделочного производства ЧАО «Черкасский шелковый комбинат» (г. Черкассы, Украина).

Предметом исследований выбраны показатели качества нанесенного на ткань красителя в зависимости от состава сточной воды, позволяющего вернуть воду в оборотный цикл предприятия без ущерба качества повторного крашения.

Таблица 1

Усредненные значения показателей физико-химического анализа сточной воды красильно-отделочного производства

Наименование показателей, единицы измерения	Сезонность			
	результаты зимой	результаты весной	результаты летом	результаты осенью
	Производительность производства			
1	**2**	**3**	**4**	**5**
	2054 м^2	3169 м^2	3400 м^2	2699 м^2
Цвет	желто-зеленый	Серый	красно-розовый	черный
Запах в баллах	3	3	3	4

1	2	3	4	5
Порог разбавления	1:6	1:6	1:6	1:6
Осадок и плавающие примеси	Хлопья	Хлопья	нет	хлопья
Прозрачность за Снеллером, см	4,2	4,4	4,8	3,8
Температура в точке отбора пробы, ºС	+12ºС	+16ºС	+20ºС	+15ºС
ПАВ мг/л	0,25	0,15	0,12	0,13
Взвешенные вещества, мг/л	76	86	нет	34
Водородный показатель, pH	6,65	7,8	8,1	7,04
Прокаленный остаток, мг/л	491	491	520	500
Сухой остаток, мг/л	450	1068	1128	670
Нитраты, мг/л	4	5	4,5	10
Нитриты, мг/л	0,8	0,9	0,7	0,8
Фосфаты, мг/л	1	0,49	1,2	2,87
Фенолы, мг/л	0,08	0,05	0,09	---
Железо общее, мг/л	1,10	1,61	0,44	1,25
Медь, мг/л	0,1	0,1	0,12	---
Азот амонийный, мг/л	21,67	5,34	6,63	14,04
Хром 6+	0,06	0,05	0,09	---
ХПК, мгO_2/л	730	235	209	510
Никель, мг/л	0,1	0,12	0,11	---
Марганец, мг/л	0,2	0,18	0,23	---

Экспериментальная часть исследований проводилась в несколько этапов. На первом этапе для определения способов и методов очистки сточных вод от красителей и вспомогательных веществ был осуществлен лабораторный анализ сточных вод. Статистика анализа сточной воды приведена в табл.1. Исследованию подвергались сточные воды двух типов: сточные воды после усреднения и разбавления, т.е. тот вид воды, которая по действующей технологии отправляется в городские очистные системы, а также производственные сточные воды непосредственно после процесса окрашивания ткани (на выходе красильной установки).

Пробы усредненной и разбавленной сточной воды отбирались согласно ГОСТ 31861-2012 и «Инструкции по отбору проб для анализа сточных вод НВН 33-5.3.01-85» в течение календарного года с временными интервалами, равными длительности каждого сезона.

Количество проб сточной воды определялось количеством недель (т.н. еженедельная проба), а также дополнительной группой случайных проб (8 проб в группе), полученных в течение сезона наблюдений, для повышения достоверности статистических данных. Таким образом, выборка по каждому сезону состояла из 20 проб, а, соответственно, за весь период годового наблюдения были сформированы 4 сезонные выборки. В итоге, в течение годового цикла исследований было получено 80 проб. При осуществлении анализов учитывались сезонность и производительность производства. Отобранные пробы исследовались по существующим методикам проведения анализа ряда показателей.

Для определения возможности повторного использования сточных вод в производственных процессах в зависимости от количества красителей в их составе были исследованы пробы производственных сточных вод, отобранных до и после цикла окрашивания различных тканей красящими ваннами с прямыми красителями в автоматических машинах супер-Джигер VN фирмы «Хенриксен» (Дания).

Прямые красители принадлежат к водорастворимым красителям и являются натриевыми солями органических сульфокислот. Они имеют сродство с целлюлозными волокнами (хлопок, лен, искусственные волокна с регенерированной целлюлозой) и красят их непосредственно из водного раствора в присутствии электролитов, которые переходят на волокно в виде солей [1,3].Результаты исследований приведены в табл 2.

Таблица 2

Анализ сточных вод процесса окрашивания тканей текстильными красителями

Краси-тель	Концентрация красителя в красильной ванне до окраски, г/л	Концентра-ция красителя в красильной ванне после покраски, г/л	Количество красителя, которое -осталось в сточной воде, %	Стоимость за 1 кг красителя, $	Стоимость красителя, что выбрасывается в сточные воды, $
Образец № 1 (состав ткани: 78% хлопок , 22% полиэфир) – цвет окрашенной ткани черный					
Прямой черный VSV	$2{,}44\cdot10^{-4}$	$8{,}63\cdot10^{-5}$	35,3	166,22	775,75
Образец № 2 (состав ткани: 100% вискоза) – цвет окрашенной ткани темно- синий					
Прямой синий B2RL	$3{,}44\cdot10^{-5}$	$1{,}89\cdot10^{-5}$	54,88	328,28	288,23
Прямой голубой 5B	$1{,}92\cdot10^{-5}$	$1{,}11\cdot10^{-5}$	57,9	223,20	139,56
Прямой черный VSF	$7{,}4\cdot10^{-6}$	$3{,}9\cdot10^{-5}$	52,7	166,22	35,06
Образец № 3 (состав ткани: 100% хлопок) – цвет окрашенной ткани красный					
Прямой оранже-вый S	$1{,}4\cdot10^{-4}$	$3{,}88\cdot10^{-5}$	27,6	185,03	409,1

Отобранные пробы анализировались на содержание в них текстильных красителей. Так как цвет красителя зависит от его взаимодействия со светом, то количественную оценку его присутствия в сточной воде проводили методом фотоколориметрии с последующими аналитическими расчетами по закону Бугера-Ламберта-Бера[1]. Фотометрический анализ выполнялся с помощью фотоэлектрического спектрофотометра UV-5800PC.

Принимая во внимание данные из табл. 2, можно сделать вывод, что хлопчатобумажная ткань лучше впитывает краситель с красящей ванны, чем смесовая (78% хлопок, 22% полиэфир) и вискозная. Это обусловлено лучшими адсорбционными свойствами хлопкового волокна [3]. Количество красителей, которые после процесса окрашивания остаются в сточных водах, составляет 46% - 50% (среднее значение), что еще раз, но уже путем экспериментального исследования, обосновывает теоретическую возможность и практическую необходимость создания перспективной технологии по преобразованию промышленных сточных вод в состояние, пригодное для повторного использования в технологическом цикле крашения тканей. Ценность таких выводов заключается в том, что реализовав такую технологию на практике, решается задача минимизации затрат на дорогостоящие красители, снижения себестоимости текстильной продукции при сохранении ее качества, а также уменьшении экологической опасности отходов производства в виде сточных вод.

Технология водоочистки на предприятии. Промышленные стоки красильно-отделочного производства поступают по нескольким веткам канализаций в многокоридорный усреднитель-отстойник, который является единственным очистным сооружением перед сбросом сточных вод в городскую канализацию. Последующее разбавление их водами городской канализации – естественная защита микроорганизмов на централизованных городских биологических очистных сооружениях. Для достижения требований, предъявляемым к водам, которые сбрасываются в канализацию, в отстойник для перемешивания, флотации и частичного окисления органических соединений, подается воздух. Кроме того, используется многократное разбавление водопроводной питьевой водой. Таким образом, фактическая производительность усреднителя-отстойника (время усреднения до 24 часов) составляет от 1400 м^3 до 3000 м^3 в сутки, а сточная вода характеризуется значительным разнообразием по составу и качеству загрязнителей.

По данным контроля была достигнута следующая эффективность работы сооружений: ХПК снижалось на 32-44%; БПК - на 26-38,6%, содержание красителей – на 65,6-88,4%. Для достижения требований к водам, подаваемым в городскую канализацию, необходимый максимальный порог разведения достигает 52 - 64 раза.

Методика и результаты лабораторных исследований по очистке сточных вод. На второй стадии в лабораторных условиях были проведены исследования по фильтрации, флокуляции, коагуляции и прямому озонированию различного состава сточных вод. На основании проведенных исследований было установлено:

1.Очистка воды фильтрацией на традиционных фильтрующих тканях и материалах, а также на обратноосмотических и ультрафильтрационных стандартных установках для реальных сточных вод невозможна. Наблюдается быстрое нарастание пленки красителя на поверхности фильтра, резкий рост гидравлического сопротивления системы и прекращение фильтрации. «Закрашивание» фильтрующей поверхности за 2,4 - 3,2 часа связано с присутствием взвешенных веществкрасителя; регенерация фильтрующих поверхностей технологически нецелесообразна- она невозможна без применения органических растворителей. На основании проведенных опытов по фильтрации было решено изучить возможность применения в качестве фильтрующей поверхности рыхлого и пористого материала, позволяющего и фильтровать, и адсорбировать краситель.

2. Проведение процесса коагуляции и флокуляции для достижения требуемых показателей по содержанию поллютантов в воде приводит к непроизводительному расходу реагентов до 2,7 тонн в год; активное снижение цветности и ХПК происходит при относительно высоких дозах флокулянта - до 1 мг на 500 мг O_2 по ХПК или до 1 мг на 1700% цветности. Стоимость прямой флокуляционной очистки (до 4 млн $ США в год) не дает возможность рекомендовать последнюю в производство.

3. Для получения корректных результатов пробы сточных вод перед исследованием по озонированию подвергались 5-кратному разбавлению дистиллированной водой. Прямое озонирование сточных вод экономически нецелесообразно из-за высоких расходов окислителя и длительного времени контакта фаз. Для проведения процесса озонирования после фильтрации из-за необходимости предварительной очистки от взвешенных и коллоидных частиц красителя доза озона составила 20...25 г/м^3, а время контакта воды с озоно-воздушной смесью - 30...45 минут.

Результаты исследований по очистке стоков на стендовой опытной установке.Для решения поставленной цели на промышленному среднителе была сконструирована и сооружена опытная каскадная установка по очистке сточных вод. Установка имеет следующие стадии работы: фильтрация на намывном фильтре, коагуляция и флокуляция в кавитаторе, флотация, а далее – отстаивание и электроактивация. Первые три стадии очистки производятся непосредственно над усреднителем. Далее очищенная вода поступала в лабораторию на установки по отстаиванию и электроактивации.

Фильтр формировали на сетчатой ленте из влажных древесных опилок, смешанных с древесной пылью лиственных пород деревьев. Оптимальные расходные нормы по сухому веществу фильтровального материала 0,1-0,5 кг/ м^3.

Кавитационная подготовка суспензии коагулянта осуществлялась по собственной технологической схеме. Для большинства красителей в качестве коагулянта применялся 5% -ный раствор (суспензия) гидроксида кальция. При необходимости в объем отстойника добавлялся 1% растворфлокулянта ВПК-402 с дозой равной до 50 мг на 1м^3 воды.

Коагуляция и флотация осуществлялась в первых двух секциях усреднителя сточных вод под воздействием перемешивания с применением воздушного барботажа.

Таблица 3

Экспериментальные данные, полученные на опытной установке по очистке сточных вод методами фильтрации, коагуляции под действием кавитатора, флокуляции и отстаивания

Параметры*	Исходная вода из усреднителя	После очистки	После отстаивания
1	**2**	**3**	**4**
Цветность, %	1585	160	65

1	2	3	4
Цветность, %	1730 1850 2180	180 180 200	60 70 80
Прозрачность, см	3,0 3,2 3,3 3,6	14 14 15 17	15 15 17 18
pH	7,66 7,78 7,88 7,90	7,66 7,68 7,90 7,92	7,64 7,0 7,88 7,90
Температура t,^{0}C	24-25	24	22
ХПК, мг O_2/дм^3	230 200 500 460	180 169 368 370	160 150 360 350
Взвешенные вещества, мг/дм^3	64,2 64,0 82,4 98,0	26,6 32,4 36, 42,0	20,2 28,6 32,0 38,7

* Содержание тяжелых металлов, жесткость и щелочность практически не менялись; сухой остаток снижался на 35-42%.

В процессе проведения экспериментов на опытной установке, расположенной на усреднителе, и последующих двух стадий в лабораторных условиях установлено, что по всем требуемым нормам, а именно по цветности, прозрачности, ХПК и БПК достигнуты показатели, отвечающие нормам приема сточных вод на биологических очистных сооружениях.

Процесс совместной очистки приводит к достаточно хорошему обесцвечиванию (90%), росту прозрачности (в 5...7 раза), снижению содержания взвешенных веществ (60%). Причем для вод, окрашенных в черно-синие тона, доза флокулянта может быть снижена до нуля. Для красных и красно-синих тонов воды доза флокулянта ВПК - 402 составляет 0,05-0,14 г/м^3 в зависимости от степени загрязнения. Результаты исследований, полученные при очистки стоков, представлены в табл. 3.

Регулярными экспериментами было установлено, что снижение ХПК и БПК на стадии электроактивации дает технологическую возможность возвратить очищенные стоки назад в производство.

На основании полученных экспериментальных данных разработана технологическая схема очистки воды (рис.1).

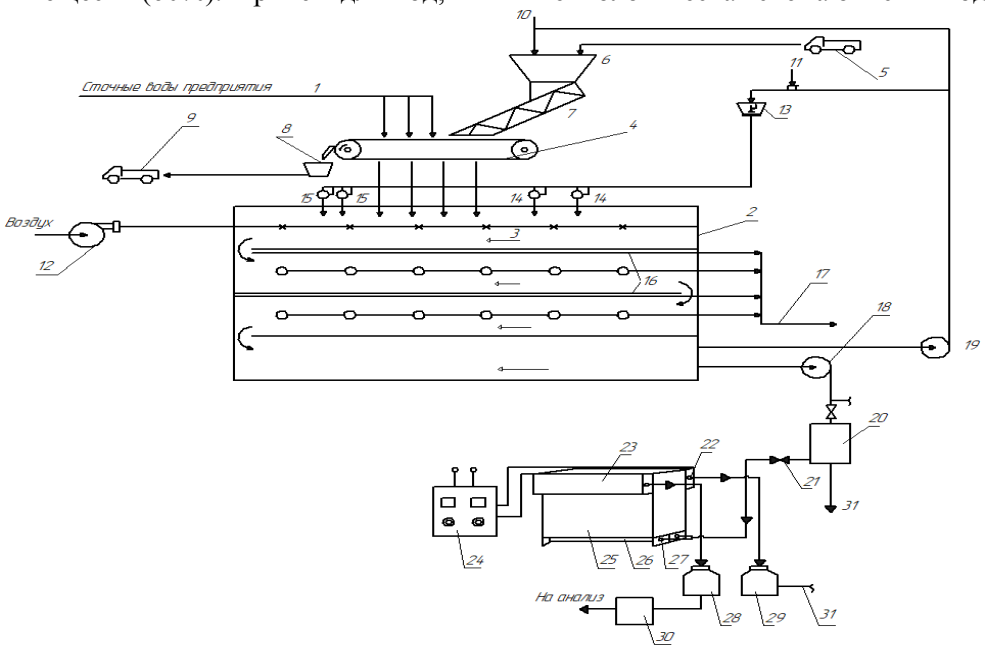


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема очистки 1 – коллектор сточных вод; 2 –

четырехкоридорный усреднитель; 3 – секция коагуляции и флокуляции; 4 – намывной фильтр; 5, 9 – транспорт; 6 – бункер загрузки фильтрующего агента; 7 – стадия подготовки и дозировки фильтрующего агента; 8 – приемник отработанного фильтрующего материала; 10, 11 – подача коагулянта и флокулянта; 12 – подача сжатого воздуха; 13 – дозатор раствора коагулянта; 14,15 – кавитаторы;16 – карманы удаления пены; 17 – отвод шлама и агломерата на утилизацию; 18, 19 – насосы; 20 - ёмкость с исследуемой водой; 21 – задвижка; 22 – штуцер; 23 – камера для отвода воды; 24 – блок питания; 25 – объём электроактиватора; 26 – камера для подвода воды; 27 – штуцер; 28 – ёмкость для католита; 29 – ёмкость для анолита; 30 – отстойник анолита; 31 – возврат воды в производство.

Сточные воды 1 красильного производства поступают по трубопроводу в первую секцию 3 четырех-коридорного усреднителя 2. Вода подается через намывной фильтр 4. Фильтрующий слой формируется по линии 5,6,7, а отводится на утилизацию по линии 8,9. В усреднитель добавляется 1% раствор флокулянта 11, приготовленный по стандартной схеме 13 и суспензия 5%-го раствора коагулянта 10, смешанного с опилками. В первую секцию подается сжатый воздух 12 для смешивания реагентов и ускорения процессов коагуляции и флотации. Растворы коагулянта и флокулянта подаются в усреднитель через кавитаторы 14 и 15. Под действием реагентов взвешенные и коллоидные вещества, находящиеся в стоках, коагулируются и образуют осадок, который оседает во второй и третьей секциях усреднителя. Пена и взвешенные частицы удаляются после флотации через карманы 16 и вместе с осадком отправляются на утилизацию 17. Осадок механическим путем удаляется на утилизацию в виде шлама. Насосами 18 и 19 очищенная вода подается в системы подготовки растворов флокулянтов и коагулянтов, а также в систему электроактивации 20-30. В электроактиваторе 23 происходит окончательная обработка стоков, после чего вода возвращается в производство 31.

Выводы. Полученные результаты позволяют сформулировать следующие выводы:

1.Экспериментально доказано, что сточные воды красильно-отделочных производств содержат в своем составе значительное количество неиспользованных красителей, что обосновывает практическую необходимость создания перспективной технологии для повторного использования их в технологическом цикле крашения тканей.

2.Результаты исследования по использованию процессов фильтрации на намывном фильтре, а также кавитации для очистки сточных вод от красителей свидетельствуют о возможном использовании данного метода для качественной очистки воды.

3.Предлагаемый метод кавитационной очистки и стадия электроактивации воды дают возможность после утилизации красителей использовать воду при повторном технологическом цикле окраски; повторное использование возвратной воды в цикле крашения не влияет на качество крашения.

4.Предлагаемая технология позволяет минимизировать эксплуатационные затраты и решить проблему создания системы оборотного водоснабжения предприятия.

Литература:

1.Бородкин В.Ф. Химия красителей: учебник / В.Ф. Бородкин. – М.: Химия, 1981. – 248с.

2.Ефимов А.Я. Очистка сточных вод предприятий легкой промышленности / А.Я. Ефимов., И.М. Таварткиладзе, Л.И Ткаченко – К.: Техника, 1985. - 232 с

3. Садов Ф.И. и др. Химическая технология волокнистых материалов / Ф.И. Садов - М.: Легкая индустрия, 1968.- 784с.

ТАДҚИҚОТИ ИМКОНИ ИСТИФОДАБАРИИ ҶАРАЁНҲОИ КАВИТАТСИОНӢ ДАР КОРКАРДИ ТЕХНОЛОГИЯҲОИ ПЕРСПЕКТИВИИ ТОЗАКУНИИ ОБҲОИ ИСТЕҲСОЛОТИ РАНГРЕЗӢ-ОРОИШӢ ВА ИСТИФОДАИ ДУБОРАИ ОНҲО

Н.М. Фомина**,М.Г. Ковал**, Ф.Р.Азизов,Г.С. Столяренко*

Дар мақола натиҷаҳои тадқиқот ҳангоми тозакунии обҳои истеҳсолоти рангрезӣ-ороишие, ки дар таркибашон моддаҳои рангкунандаи органикӣ доранд, бо истифодаи равандҳои филтратсия, коагулятсия ва флокулятсия дар кавитаторҳо, флотатсия ва электроактиватсия барои коркарди технологияи самараноки сикли обгардиш ва истифодаи такрории обҳои корези истеҳсолӣ дар равандҳои технологии саноати бофандагӣ истифода бурда мешаванд, пешниҳод шудаанд.

Натиҷаҳои тадқиқоти обҳои корез дар таҷҳизоти таҷрибавии зинагӣ муайян карда шуда, равандҳои алоҳидаи технологии он дар дастгоҳи миёнаҳисоб, яъне софкунаки амалкунандаи корхонаи истеҳсолӣ ҳосил карда шудаанд.

Калимаҳои калидӣ: истеҳсолоти рангрезӣ-ороишӣ, обҳои корез, филтратсия, кавитатсия, коагулятсия, флотатсия ва электроактиватсия, обтозакунӣ, технологияи сиклҳои обгардиш.

RESEARCH OF THE POSSIBILITY OF APPLICATION OF CAVITATIONAL PROCESSES WHEN DEVELOPING PERSPECTIVE TECHNOLOGY OF SEWAGE TREATMENT OF TINCTORIAL AND FINISHING PRODUCTION AND THEIR REUSE

N.M. Fomina, M.G. Koval, F.R. Azizov, G.S. Stolyarenko.

The article presents the results of research on the treatment of industrial wastewater from the dyeing and finishing production, which contain organic dyes, using filtration processes, coagulation and flocculation in cavitators, flotation and electrical activation to develop efficient technology of water circulation cycles and reuse of industrial wastewater in textile production processes. The results of sewage studies were obtained at an experimental cascade installation, the stages of which were located above the average - the settling tank of the existing wastewater treatment plants of the enterprise.

Key words: dyeing and finishing production, wastewater, filtration, cavitation, coagulation, flotation and electro activation, purification, technology of water circulation cycles.

Сведения об авторах:

Н.М. Фомина – старший преподаватель кафедры химической технологии и водоподготовки, руководитель лаборатории региональных проблем окружающей среды Черкасского государственного технологического университета, Украина

М.Г. Коваль – магистрант Черкасского государственного технологического университета, Украина

Ф.Р. Азизов – аспирант Института водных проблем Академии наук Республики Таджикистан.Г.С. Столяренко – д.х.н., профессор, заведующий кафедрой химической технологии и водоподготовки Черкасского государственного технологического университета, Украина

УДК 547.854.1.789.1

СИНТЕЗ, ИССЛЕДОВАНИЕ И ИК-СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГАЛОГЕНАЛКИЛПРОИЗВОДНЫХ ИМИДАЗО[2,1-B][1,3,4]-ТИАДИАЗОЛОВ

Р.О. Рахмонов, Ю. Ходжибаев, М.Т. Зоидова, У.А. Розиков, М.М. Одилзода, *С.Г. Бандаев, *Б.Ш. Рахматуллоев

Институт химии им. В.И. Никитина Академии наук Республики Таджикистана

**Таджикский государственный педагогический университет им. С. Айни*

В статье изучен синтез 2-, 5- и 6-галогенметилпроизводных имидазо[2,1-b][1,3,4]-тиадиазолов циклизацией 2-амино-5-галогенметил-1,3,4-тиадиазола с п-бромацетилбромидом на основе реакции Блана и циклизацией 2-метил- и 2-бензил-1,3,4-тиадиазола с 1,3-дихлорацетоном. Показано, что при нагревании 2-амино-5-галогенметил-1,3,4-тиадиазолов с п-бромацетилбромидом в среде бутанол-1 реакция протекает в одну стадию, однако циклизации 2-метил- и 2-бензил-1,3,4-тиадиазолы с 1,3-дихлорацетоном в среде этанола протекает в двух стадиях. При хлорметилировании 2-бром-5Н-6-п-бромфенилимидазо[2,1-b][1,3,4]-тиадиазола методом Блана выявлено, что реакция с успехом протекает в среде ледяной уксусной кислоты с формальдегидом в избыточном количестве HCl. Исследована реакция нуклеофильного замещения атома хлора в 2-метил- и 2-бензил-6-хлорметиленимидазо-[2,1-b][1,3,4]-тиадиазолах с различными аминами.

Структура полученных соединений подтверждена элементным анализом ИК- , ЯМР спектроскопией и химическим превращением. Установлено, что введение новых функциональных групп в гетероциклическое кольцо приводить к изменению полосы поглощения в ИК-спектрах имидазо-тиадиазольного фрагмента.

Ключевые слова: *2-(1-бром-2-метилпропил)-1,3,4-тиадиазола, 2-(1-*

бромизо-пропил)-5-амино-1,3,4-тиадиазола, 2-амино-5-метил-1,3,4-тиадиазола, 2-бензил-1,3,4-тиадиазола, 2-метил-6-хлорметилени-мидазо[2,1-b][1,3,4]-тиадиазола, 2-бензил-6-хлорметиленимидазо-[2,1-b][1,3,4]-тиадиазола, циклизация, 1,3-дихлор-ацетон, валентное колебание, спектроскопия.

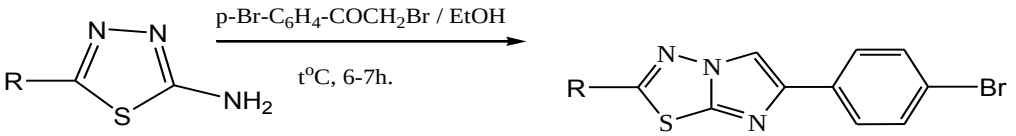
Тиадиазольные фрагменты являются основой целого ряда синтетических препаратов, обладающих биологической активностью к рецепторам, определяющим нейродегенеративные заболевания и расстройства центральной нервной системы, что позволяет их использовать при разработке новых лекарственных соединений для лечения и профилактики различных болезней.

Галогеналкилпроизводные имидазо[2,1-b][1,3,4]тиадиазолов как исходные соединения могут приобретать всё большее значение для сельскохозяйственного и медицинского применения. Так как среди них найдены соединения, имеющие антитуберкулёзное, антибактериальное, антигельминтное и антимикробное действия [1, с. 5657, 2, с. 540, 3. с. 146, 4. с. 5502].

Ранее [5, с. 190, 6, с. 817, 7, с. 236, 8, с. 167, 9, с. 185, 10, с. 169, 11, с. 65] нами были синтезированы серии производных имидазо[2,1-b][1,3,4]-тиадиазолов различными способами. В дополнение к данным, приведенным в обзорах [12, с. 341, 13, с. 556] найдены новые производные имидазо[2,1-b][1,3,4]-тиадиазолов, которые были синтезированы на основе реакции Манниха и циклодегидратации α-галоген-кетонов с производными 1,3,4-тиадиазолов. Однако в этом ряду галогенметилпроизводные имидазо[2,1-b][1,3,4]-тиадиазолов оставались неизученными.

В настоящей работе нами исследованы реакция циклизации 2-(1-бром-2-метилпропил)-, 2-(1-бромизопропил)-5-амино-1,3,4-тиадиазолы с п-бромфенацилбромистым при нагревании в этаноле, хлорметилирование 2-бром-6-п-бромфенил-имидазо-[2,1-b]-1,3,4-тиадиазола с формальдегидом (1:1) в присутствии хлористого водорода и введение постоянного тока газообразного HCl в среде ледяной уксусной кислоты и реакция циклизации 2-амино-5-метил- и 2-амино-5-бензил-1,3,4-тиадиазола с 1,3-дихлорацетоном в среде этанола, который приводит к образованию целевых продуктов, а также изучены их химические превращения и исследования сравнительной оценки влияния заместителей имидазотиадиазольного фрагмента на полосы поглощения полученных гетероциклов в ИК-спектре.

Таким образом, было показано, что при взаимодействии 2-(1-бром-2-метилпропил)- и 2-(1-бром-2-изопропил)-5-амино-1,3,4-тиадиазолы (**1 a, b**) с п-бромфенацилбромистом образуют 2-(1-бром-2-метил-пропил)- и 2-(1-бромизо-пропил)-6-п-бромфенилимидазо[2,1-b][1,3,4]-тиадиазолы (**2 a, b**) с выходом 57 – 61%, соответственно.

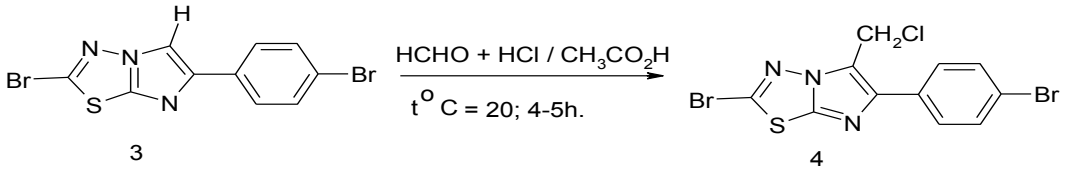


1 a, b

2 a, b

R = -CH(Br)CH(CH_3)CH_3(1 a, 2a), -CH(Br)CH_2CH_3 (1 b, 2 b)

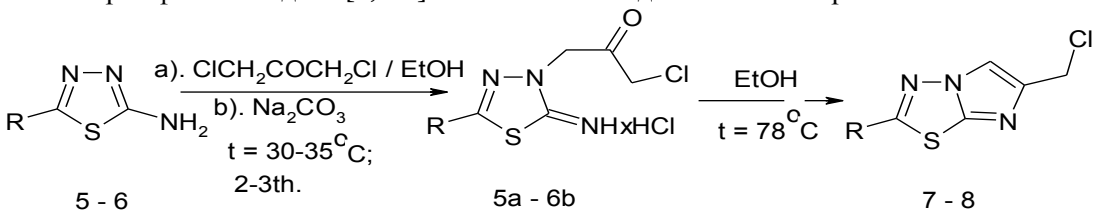
Реакция Блана является мощным синтетическим методом создания новых модифицированных гетероциклических систем, в том числе производных имидазо-[2,1-b][1,3,4]-тиадиазолов. В связи с этим с помощью реакции Блана нами был синтезирован новый функционилизированный 2-Br-5H-6-п-бромфенилимидазо-[2,1-b][1,3,4]-тиадиазола (**3**) при взаимодействии 2-бром-5H-6-п-бромфенилимидазо-[2,1-b]-[1,3,4]-тиадиазола с формальдегидом (1:1) в присутствии хлористого водорода и введение постоянного тока газообразного HCl. Установлено, что при взаимо-действии **3** с формальдегидом и избытком соляной кислоты в среде ледяной уксусной кислоты при 20°C в течение 5-6 ч. происходит реакция электрофильного замещения в 5-ом положении данного гетероцикла и приводит к образованию 2-бром-5-хлорметилен-6-п-бромфенилимидазо-[2,1-b][1,3,4]-тиадиазола (**4**) с выходом 53%.



Найдены оптимальные условия проведения реакция хлорметилирования для системы бициклических производных имидазо-[2,1-b]-1,3,4-тиадиазолов.

Изучена реакционная способность 5Н-имидазольного фрагмента соединения. **1.** Выявлено, что благодаря повышенной электронной плотности 5-го положения имидазольного фрагмента водород в 5-ом положении имидазольного фрагмента 2-бром-5Н-6-п-бромфенилимидазо-[2,1-b]-1,3,4-тиадиазола обладает более реакционной способностью в реакции хлорметилирования.

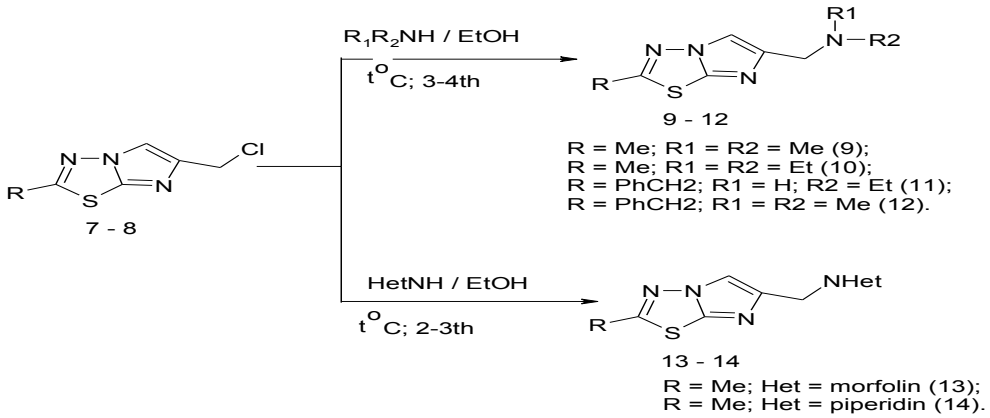
Далее изучена реакции циклизация 2-амино-5-метил- и 2-амино-5-бензил-1,3,4-тиадиазола (**5-6**) с 1,3-дихлорацетоном, что приводит к образованию 2-метил/бензил-6-хлорметиленимидазо[2,1-b][1,3,4]-тиадиазолов (**7-8**), а также изучены реакции нуклеофильного обмена атома галогена в соединениях **7-8** с различными аминами.



R = CH_3 (7); $C_6H_5CH_2$ (8).

Необходимо отметить, что при проведении реакции соединения **5-6** с эквимолярным количеством 1,3-дихлорацетона в условиях температуры кипения этанола[11, с. 65] , образуются трудноидентифицируемые продукты, С целью избежания этой трудности реакции **5** и **6** сначала проводили при температуре 30-35°С в течение 3-4 часов, затем после нейтрализации промежуточных соединений **5a-6b** реакцию проводили при температуре кипения этанола в течение 4-5 часов, что приводит к образованию соединений **7-8** с выходом 75 и 78 %, соответственно.

Дальнейшим исследованием являлось изучение химических превращений соединений **7** и **8** на основе реакции нуклеофильного замещения с различными аминами. С этой целью на основе 2-R-6-хлорметиленимидазо[2,1-b][1,3,4]-тиадиазолов были синтезированы 2-R-6-N,N-диалкил/гетерил- и 2-R-6-N-алкил/-гетериламинометиленпроизводные имидазо[2,1-b][1,3,4]-тиадиазолы (**9-14**).



При исследовании замещения атома хлора в соединениях **7** и **8** выявлено, что благодаря подвижности атома хлора в условиях реакции нуклеофильного замещения реакционная способность вторичных и гетероциклических аминов больше, чем первичных аминов.

Далее было исследовано влияние заместителей 2- и 6-го положений на значение полосы поглощения имидазо-[2,1-

b][1,3,4]-тиадиазольного кольца в ИК-спектрах. Соединение **2a-b** в кристаллическом состоянии, имеет интенсивную полосу поглощения, характерное для имидазо-[2,1-b][1,3,4]-тиадиазольного кольца и экзоциклических функциональных групп (табл. 1).

Таким образом, в спектре соединения **2a** присутствуют полосы поглощения в области 1627, 1585, 1422 и 667, характерные для C=N, C=C и C-S-C-тиадиазоло-имидазольных фрагментов, а для экзоциклических функциональных групп имеются полосы поглощения валентного колебания для –CH(Br)CH(CH_3)-CH_3 и п-Br-C_6H_4-группы присутствуют в области 1501, 1422, 623, 1069, 1397 и 3088 см$^{-1}$.

При сравнении соединения с **2a** в спектре **2b** полоса поглощения проявлена в интенсивном поле. Так как в ИК-спектре соединения **2b** имеется полоса поглощения при 1608, 1584, 1482 и 664, характерная для C=N, C=C и C-S-C-тиадиазолоимидазольного фрагмента. Для –CH(Br)CH_2CH_3 и Br-C_6H_4-группы валентное и плоские деформационные колебания обнаружены в области 1068, 615, 1410 и 1176 – 760 см$^{-1}$.

По сравнению с исходным продуктом **3**, в ИК-спектре соединения **4** в кристаллическом состоянии наблюдается полоса поглощения в области 710 cm^{-1} ,характерной для 5C-Cl-фрагмента хлорметиленовой группы, в полосах поглощения валентных колебаний п-бромфенильной группы присутствовали в области 3082.95-3313.88 cm^{-1}, а полосы поглощения деформационных колебаний CH бензольного кольца обнаружены в области 720.8 и 733.92 cm^{-1}. Полосы поглощения для C=N, C-S-C и C-Br-тиадиазольного фрагмента были обнаружены в области 1654, 698 и 747 cm^{-1}. В имидазольном фрагменте полосы поглощений в сильном поле для C=N- и двойной связи C=C-проявляются в области 1518 и 1492 cm^{-1}.

На основе этих данных можно предположить, что наличие 5-хлорметиленового заместителя в соединения **4** влияет на распределение электронной плотности, происходят изменения в интенсивности некоторых пиков данного гетероцикла.

Для имидазо-тиадиазольного кольца соединения **7** в кристаллическом состоянии характерные частоты колебаний обнаружены в областях 1432, 1505, 1640 и 685 см$^{-1}$ и отнесены к C=C, C=N и C-S-C (рис. 1).

Для -CH_2– 6-го положения имидазольного фрагмента полоса поглощения проявляется в области 3073 см$^{-1}$ в виде ассимметричной, а полоса поглощения простой связи C-Cl - метиленовой группы была обнаружена в сильно интенсивном поле при 649 см$^{-1}$. Для метильной группы выявлена полоса поглощения в области 2790 см$^{-1}$ в виде ассиметричной, а также в виде деформационных колебаний в области 1380 см$^{-1}$.

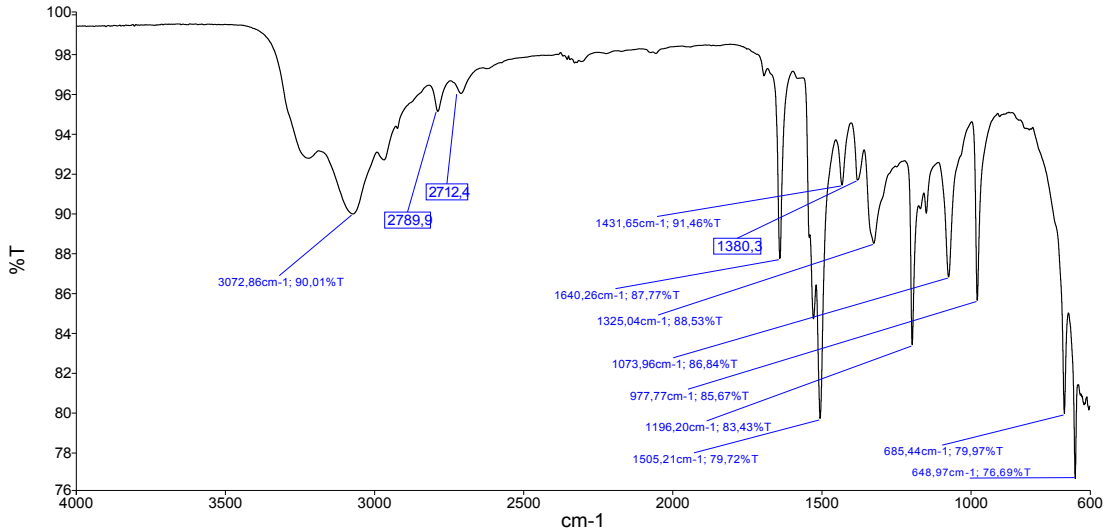


Рисунок 1. ИК-спектр 2-метил-6-хлорметиленимидазо[2,1-b][1,3,4]-тиадиазола (7).

В ИК-спектре 2-бензил-5H-6-хлорметиленимидазо-[2,1-b]-1,3,4-тиадиазола **8** (рис. 2) характерная полоса поглощения для C-S-C обнаружена в области 651 см$^{-1}$. Для C=N и C=N – тиадиазольного и имидазольного фрагментов полосы поглощений наблюдаются в областях 1631 и 1609 см$^{-1}$. Полоса поглощения C=C

проявляется в области 1454 см$^{-1}$. Присутствие полосы поглощения для бензильной группы ($C_6H_5CH_2$) наблюдается в области 3085 см$^{-1}$ для фенильной группы, а содержание CH_2 соединения с фенильным и C_2-тиадиазольным фрагментами понижается примерно на 20 см$^{-1}$ и составляет около 1368 см$^{-1}$.

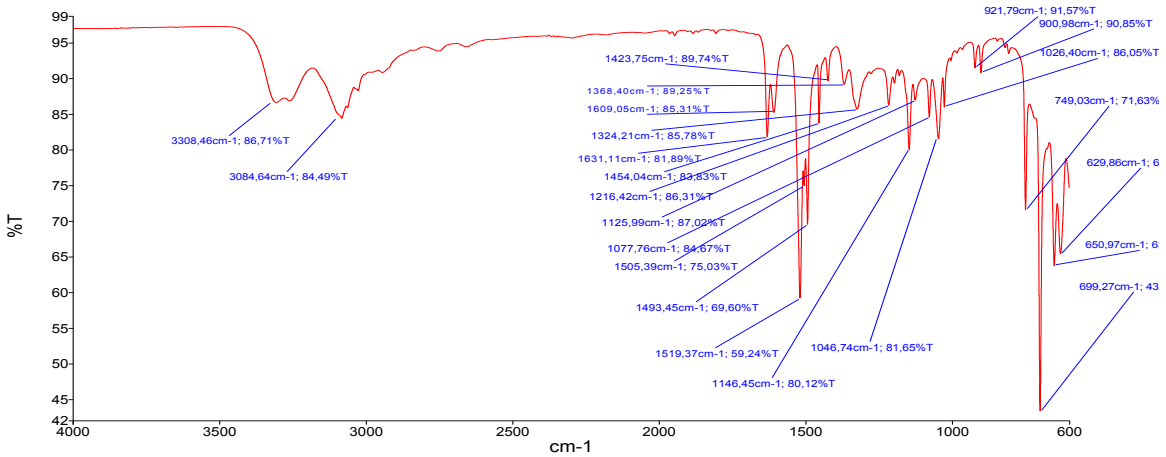


Рисунок 2. ИК-спектр 2-бензил-6-хлорметиленимидазо[2,1-b][1,3,4]-тиадиазола (8).

В ИК-спектрах соединений **7-8** отсутствует полоса поглощения, характерная для карбонильной группы соединений **5a-6b**.

Строение полученных соединений **9-14** подтверждено ИК-спектрами и химическими превращениями. Так, в соединениях **9-14** после введения амино-группы полосы поглощений, характерные имидазотиадиазольному фрагменту, обнаружены в областях (ν, см$^{-1}$): для соединения **9**: 1640, 1525, 1430, 684; соединения **10**: 1640, 1525, 1433, 684; соединения **11**: 1630, 1519, 1492, 698; соединения **12**: 1630, 1519, 1492, 698; соединения **13**: 1640, 1525, 1433, 684 и соединения **14**: 1640, 1525, 1433, 684.

Для экзоциклических функциональных групп соединений **9-14** полосы поглощения с максимумами 2970, 2786, 2921, а также полосы поглощений в областях 1194-1075 см$^{-1}$ являются преимущественно валентными колебаниями связей деформационных колебаний CH_3, CH_2 и N-CH_3 2 и 6 положений соединения **9,** соответственно. Таким образом, в ИК-спектре соединения **10** при замене хлора на диэтиламиновую группу полосы поглощений валентных колебаний в сильном интенсивном поле отмечаются в областях $\nu_{ассим.}$= 2970 см$^{-1}$ для 2-CH_3 (а также 1506 см$^{-1}$для 2-CH_3-$C_{тиадаз.\ фраг.}$), $\nu_{ассим}$ = 2921 см$^{-1}$ для CH_2 и $\nu_{сим}$ = 1378 см$^{-1}$для H_3C-C.

При регистрации ИК-спектров соединений **11-14** экзоциклических функциональных групп обнаружены полосы поглощений для соединения 11 (ν, см$^{-1}$) 3085 и 3029 для $C_6H_5CH_2$-, 1453 для 6-CH_2-, 1371 для H_3C-C- и 1217 для C-N-группы; для соединения 12: 3082 и 3030 для $C_6H_5CH_2$-, 1453 для CH_3, 1368 для 6-CH_2 и 1424 для H_3C-N-группы; для соединения **13**: $\nu_{ассим.}$= 2970 для CH_3; $\nu_{ассим.}$= 3076 для 6 - CH_2; 1381, 1328 и 1075 - для морфолиновой группы.

В соединении **14** поглощение колебаний для 2 - CH_3 в виде ассимметричной полосы проявлено в области 3076 см$^{-1}$, а для 6 - CH_2- также в виде ассимметричной полосы обнаружено в области 2970 см$^{-1}$. Деформационное колебание CH_2-N-пиперидина проявлено в области 1381 см$^{-1}$. Для CH_2 пиперидинного фрагмента полоса поглощения эквивалентно обнаружена в области 1328 см$^{-1}$. А также у соединения **14** наблюдается валентное колебание в области 2786 см$^{-1}$, что свидетельствует о наличии N-метиленпиперидинного фрагмента в виде экваториальной конформации.

Таким образом, нами выявлено, что по сравнению с соединениями **7** и **8** у соединений **9-14** полосы поглощения в имидазо-тиадиазольном фрагменте проявляются в виде наиболее интенсивной полосы в ИК-спектре. По-видимому, это связано из-за наличия электродонорных групп 2-CH_3-, 2-$C_6H_5CH_2$ и 6-CH_2NRR_1 и CH_2Het в соединениях **9-14** (табл. 1).

Таблица 1.

Соотношение полос поглощения для соединений 2a-b, 4 и 7-14

№ соединения	Полоса поглощения, ν, см$^{-1}$				
	C=N (тиадиазоль-ный фрагмент)	C=N (имидазоль-ный фрагмент)	C=C (имидазоль-ный фрагмент)	C-S-C (тиадиазоль-ный фрагмент)	Экзоциклические функциональные группы
2 a	1627	1585	1422	667	1501, 1422, 623, 1069, 1397 для –CH(Br)CH(CH_3)-CH_3; 3088 для п-Br-C_6H_4.
2 b	1608	1584	1482	664	1068, 615, 1410 для–CH(Br)CH_2CH_3; 1176 – 760 для Br-C_6H_4.
4	1654	1518	1492	698	747 для C-Br; 710 для 5C-Cl; 3082.95-3313.88 для п-бромфен. груп.; 720.8, 733.92 для деформ. колеб. CH бензольного кольца
7	1640	1505	1432	685	2790 для $CH_{3ассим}$; 1380 для деф. кол. CH_3; 3073 для CH_2; 649 для C-Cl.
8	1631	1609	1454	651	3085 для C_6H_5; 1368 для CH_2; 699 для C-Cl.
9	1640	1525	1430	684	2970 для CH_3; 2786 для CH2; 2921, 1194-1075 для N-CH_3.
10	1640	1525	1433	684	2970 для 2-$CH_{3асим.}$ (а также 1506 для 2-CH_3-$C_{тиадаз. фраг.}$); 2921 для $CH_{2асим.}$; 1378 для H_3C-$C_{асим.}$.
11	1630	1519	1492	698	3085 и 3029 для $C_6H_5CH_2$-; 1453 для 6-CH_2; 1371 для H_3C-C- и 1217 для C-N.
12	1630	1519	1492	698	3082 и 3030 для $C_6H_5CH_2$; 1453 для CH_3; 1368 для 6-CH_2; 1424 для H_3C-N.
13	1640	1525	1433	684	2970 для $CH_{3асим.}$; 3076 и 2921 для 6-$CH_{2асим.}$; 1381, 1328 и 1075 для морфолиновой группы.
14	1640	1525	1433	684	3076 для 2-$CH_{3асим.}$; 2970 для 6-$CH_{2асим.}$; 1381 деф. кол. для CH_2-N-пиперидина; 1328 для CH_2- пиперидин. фраг.; 2786 для N-метилен-пиперидин. фраг.

Как видно из таблицы 1, наличие заместителей 2 и 6 положения данных гетероциклов влияет на распределение электронной плотности, где происходит изменение в интенсивности некоторых пиков данных соединений. В ИК-спектре полученных соединений обнаружены характерные полосы поглощения имидазо-тиадиазольного цикла, экзоциклические функциональные группы 2 и 6 положения и другие полосы, относящиеся к данным гетероциклам, что соответствует литературным данным [14, с. 38, 15, с. 87, 16, с. 57].

Таким образом, модифицированные полученные соединения могут служить исходными соединениями для получения производных имидазо-[2,1-b]-1,3,4-тиадиазолов с новыми свойствами. А также исследование ИК-спектров поглощения вышеуказанных производных имидазо-[2,1-b]-1,3,4-тиадиазолов имеют характерную зависимость от их строения и могут быть использованы для идентификации соответствующих соединений, а также для определения положения заместителей в имидазо-[2,1-b]-1,3,4-тиадиазольном кольце.

При замене атома хлора в соединениях **7** и **8** первичными, вторичными и гетероциклическими аминами полосы поглощений соединений **9-14** проявлены в интенсивном поле. При этом следует подчеркнуть, что у соединений **9-14** полосы поглощений, характерные имидазотиадиазольному фрагменту, проявлены одинаково, то есть не происходит изменений в интенсивности пиков соединений **9-14**. Доказательством этому является, по-видимому, возможность экранирования метиленом +I-эффектов действия алкил- и гетериламинных групп. Кроме того, в спектре кристаллического соединения **11** по сравнению с **7-10**, **10-12** наблюдается резкое

изменение полосы в области 3266 см$^{-1}$, что соответствует валентному колебанию NH-групп. Согласно [17, с. 740], аналогично существует частота самоассоциации Н-связи типа ОН…π, также эта полоса проявлена в имидазольном фрагменте соединения **9** в связи с самоассоциацией NH-группы, связанной с помощью Н-связи с π-облаком, вовлеченным в ассоциацию через внутримолекулярную Н-связь.

По-видимому, в молекуле N-((2-бензилимидазо[2,1-b][1,3,4]тиадиазол-6-ил)метил)-этанамина (**11**), согласно [17, с. 741], под влиянием факторов упаковки молекул в кристаллическом состоянии не может ориентироваться по такому направлению, какое требуется для образования межмолекулярной Н-связи NH…π; другими словами, конфигурация на рис. 3 является энергетически наиболее выгодной для данного соединения в кристаллическом состоянии.

По данным авторов [18, с. 17], органические молекулярные кристаллы вступают в межмолекулярное взаимодействие, и его интенсивность зависит от кристаллохимических свойств исходных компонентов. Чем ближе параметры кристаллических ячеек, тем более вероятно взаимодействие между ними. Однако в спектре данного соединения не наблюдается полоса в области колебания ~3500 см$^{-1}$ [14, с. 47, 15, с. 429], характерной NH-группе. Поэтому вероятным видом NH…π-связи является циклическое строение по схеме:

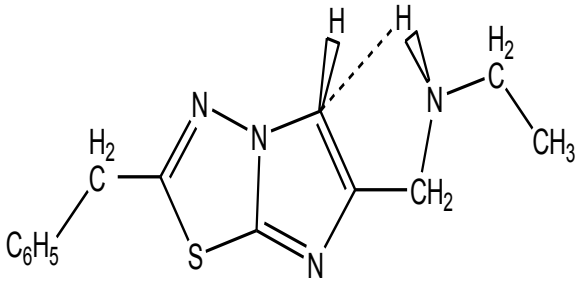


Рисунок 3. Образование внутримолекулярного Н-связи NH…π в имидазольном фрагменте соединения 11.

Таким образом, исходя из сказанного, следует, что колебание 3268 см$^{-1}$ совпадает по положению и характеру NH…π-связи NH-групп в кристаллическом N-((2-бензилимидазо[2,1-b][1,3,4]тиадиазол-6-ил)метил)-этанамине (**11**). Поэтому данное соединение можно использовать в качестве модельных соединений и на их примере прогнозировать характеристики и поведение соединений других гетероциклов.

Исходя из этого, в ИК-спектрах полученных соединений обнаружены характерные полосы поглощений имидазо-тиадиазольного цикла, экзоциклических функциональных групп 2 и 6 положений и других полос, относящихся к данным гетероциклам, что соответствует литературным данным [4, с. 5500, 14, с. 20, 15, с. 430, 16, с. 58].

Таким образом, полученные функционализированные соединения могут служить исходными соединениями для получения производных имидазо-[2,1-b]-[1,3,4]-тиадиазолов с новыми свойствами. Исследование ИК-спектров поглощений вышеуказанных соединений показывает характерную зависимость данных соединений, строения, которые могут быть использованы для идентификации соответствующих соединений, а также для определения положения заместителей в имидазо-[2,1-b]-[1,3,4]тиадиазольном кольце.

Экспериментальная часть.

ИК-спектры измерены на приборах Perkin Elmer Spectrum, температуры плавления определены на микронаг-ревательном столике Boetius. Контроль за чистотой полученных соединений и ход прохождения реакций контролировали тонкослойной хроматографией на стан-дартных пластинках “Silufol UV-254” в сис-темах дибутиловый эфир-бутанол-1 (2:1); дибутиловый эфир; этилацетатдиэтиловый эфир (1:1); дибутиловый эфиризопропанол (5:1).

Данные элементного анализа C, H и N для соединений **2a,b, 4, 7-14** совпадают с расчетными.

Синтез 2-(1-бром-2-метилпропил)-6-п-бромфенилимидазо[2,1-b][1,3,4]-тиадиазола (2a). Смесь 0.01 моль 2-(1-бром-2-метилпропил)-5-амино-1,3,4-тиадиазола и 0.01 моль п-бромфенацилбромида в 20 мл этанола при перемешивании нагревают 6-7 ч. По окончании реакции реакционную массу охлаждают, нейтрализуют ацетатом натрия и перекристаллизовывают из этанола. Выход **57 %.** Вычислено: C 40.48; H 3.13; N 10.12 %. $C_{14}H_{13}Br_2N_3S$. Найдено: C 40.26; H 3.05; N 10.04 %.

Синтез 2-(1-бромизо-пропил)-6-п-бромфенилимидазо[2,1-b][1,3,4]-тиадиазолы (2b) получают аналогично из 0.01 моль 2-(1-бром-2-изопропил)-5-амино-1,3,4-тиадиазола и 0.01 моль п-бромфенацилбромида в этаноле. Бесцветные кристаллы. Выход **61%.** Вычислено: C 38.90;

H 2.74; N 10.47 %. $C_{13}H_{11}Br_2N_3S$. Найдено: C 38.86; H 2.75; N 10.37 %.

Синтез 2-бром-5-хлорметилен-6-п-бромфенилимидазо-[2,1-b]-1,3,4-тиадиазола (4). К раствору 0.01 моль 2-Br-5H-6-п-бромфенилимидазо-[2,1-b]-1,3,4-тиадиазола в 20 мл ледяной уксусной кислоты добавляют 0.01 моль формальдегида и 5 мл концентрированной соляной кислоты и пропускают постоянный ток газообразного HCl при 20°C в течение 5-6ч. Затем реакционную массу охлаждают, нейтрализуют карбонатом натрия. Выпавший осадок отфильтровывают и перекристаллизовывают из этанола. Выход 53%. Вычислено: C 38.90; H 2.74; N 10.47 %. $C_{11}H_6ClBr_2N_3S$. Найдено: C 38.86; H 2.75; N 10.37 %.

Синтез 2-метил-6-хлорметиленимидазо-[2,1-b][1,3,4]тиадиазола (7). К раствору 1,15г (0.01 моль) соединения **1** в 20 мл этанола добавляют эквимолярное количество 1,27г (0,01 моль) 1,3-дихлорацетона и перемешивают 3 ч при температуре 30-35°C. По окончании реакции реакционную массу охлаждают, нейтрализуют ацетатом натрия и затем нагревают реакционную массу в течение 4-5 ч. После охлаждения выпавший осадок отфильтровывают и перекристаллизовывают из этанола. Получают соединения **5** с выходом 1,36г (73 %). Вычислено: C 38.40; H 3.20; N 23.35 %. $C_6H_6ClN_3S$. Найдено: C 37.50; H 2.17; N 22.40 %.

Синтез 2-бензил-6-хлорметиленимидазо-[2,1-b][1,3,4]тиадиазола (8) получают аналогично из 1,91г (0.01 моль) соединения **2** и 1,27г (0.01 моль) 1,3-дихлорацетона в этаноле. Бесцветные кристаллы. Выход 2,08 г (79 %). Вычислено: C 54.64; H 16.76; N 15.95 %. $C_{12}H_{10}ClN_3S$. Найдено: C 56.85; H 4.79; N 3.80 %.

Синтез 2-метил-6-N,N-диметилметиленимидазо[2,1-b][1,3,4]-тиадиазола (9). К раствору 1,875 г (0.01 моль) соединения 5 в 15 мл этанола добавляют 0,9 г (0.02 моль) диметиламина. Смесь при нагревании перемешивают с обратным холодильником в течение 3-4 ч. Выпавший по охлаждении осадок отфильтровывают. Выход 1,5 г (77 %). Бесцветные кристаллы (из этанола). Вычислено: C 48.98; H 6.12; N 27.78 %. $C_8H_{12}N_4S$. Найдено: C 47.78; H 7.35; N 27.46 %.

Синтез 2-метил-6-N,N-диэтилметиленимидазо[2,1-b][1,3,4]-тиадиазола (10) Получают аналогично 7 из соединения **5** с выходом 1,92 г 86 %. Вычислено: C 53.57; H 7.14; N 24.85 %. $C_{10}H_{16}N_4S$. Найдено: C 53.47; H 7.06; N 24.74 %.

Синтез N-((2-бензилимидазо[2,1-b][1,3,4]тиадиазол-6-ил)метил)этанамина (11). Кипятят 2,635 г (0.01 моль) соединения **6** в 20 мл этаноле с 0,9 г (0.02 моль) этиламина 4 ч. Затем реакционную смесь охлаждают и выпавший осадок отфильтровывают и промывают водой 2-3 раза по 30 мл. Высушивают и перекристаллизуют из этанола. Выход 2,28 г (84%). Бесцветные кристаллы (из этанола). Вычислено: C 61.76; H 5.88; N 20.59 %. $C_{14}H_{16}N_4S$. Найдено: C 61.65; H 5.98; N 20.48 %.

Синтез 2-бензил-6-N,N-диметилметиленимидазо[2,1-b]-[1,3,4]-тиадиазола (12) получают аналогично, соединения **10** – при нагревании в этаноле. Бесцветные кристаллы (из этанола). Выход соединения 2,12г (78%). Вычислено: C 61.76; H 5.88; N 20.59 %. $C_{14}H_{16}N_4S$. Найдено: C 61.87; H 5.97; N 20.60 %.

Синтез 2-метил-6-N-морфолинметиленимидазо[2,1-b]-[1,3,4]-тиадиазола (13). Раствор 1,875 г (0.01 моль) соединения **5** и 1,74 г (0.02 моль) морфолина в этиловом спирте кипятят 4 ч, охлаждают и выпавшие кристаллы соединения **13** отфильтровывают, промывают водой 3-4 раз и перекристаллизовывают из этанола. Выход 1,97 г (83%). Вычислено: C 50.42; H 5.88; N 23.53 %. $C_{10}H_{14}N_4SO$. Найдено: C 50.32; H 5.86; N 23.64 %.

Аналогично получают **2-метил-6-N-пиперидинметиленимидазо[2,1-b]-[1,3,4]-тиадиазола (14)** с выходом 1,98 г (84%). Вычислено: C 55.93; H 6.78; N 23.73 %. $C_{11}H_{16}N_4S$. Найдено: C 55.82; H 6.86; N 23.64 %.

Литература:

1. Andanappa K. Synthesis and antitubercular activity of a series of 2-sulfonamido/trifluoromethyl-6-substituted imidazo[2,1-b]-1,3,4-thiadiazole derivatives /Andanappa K. Gadad, Malleshappa N. Noolvi and Rajshekhar V. Karpoormath // Bioorg. Med. Chem. 2004. 12. 5651–5659.

2. Sahin G. Sythesis and antimicrobial activity of some 1,3,4-oxadiazoles derivatives/ Sahin G., Palaska E., Ekizoglu M.,Ozalp M., Palaska E., Ekizoglu M.,Ozalp M. // II Farmaco 2002, V. 57, P. 539-542.

3. Eldawy M. A. Potential broad spectrum anthelmintics. Part. 4; Desing, synthesis and spectral study of imidazo[2,1-b]-1,3,4-thiadiazoles / Eldawy M. A., Shamsel-dine

S. A. S., El-Brambly K. M. // Pharmazie. 1978. V. 34. -№3. pp. 144-147.

4. Kamal Atta F.M., Omaima Farahat O.M., Alaa Z. A. Ahmed, Mohamed G. Marei// Synthesis and Antibacterial Activities of Novel Imidazo[2,1-*b*]-1,3,4-thiadiazoles. / J. Molekules. 2011. V. 16. –P. 5496-5506.

5. Р.О. Рахмонов, Д.С. Лангариева, А.М. Кобилзода, и др. // Вестник ТНУ (научный журнал), серия Естественных наук, № 1/1, Душанбе, «Сино», 2017 г., стр. 190-195.

6. Ю. Ходжибаев, Р.О. Рахмонов, Зоидова, и др. / Синтез и ИК-спектральная характеристика 2-бром-6-хлорметиленимидазо-[2,1-b]-1,3,4-тиадиазола. // ДАН РТ 2012г. Том 55 №10, С.817-820.

7. Р.О. Рахмонов, М.А.Куканиев, Ю. Ходжибоев, и др. / Синтез 2-этилметил-сульфонил-5-бром-6-фенилимидазо-[2,1-b]-1,3,4-тиадиазола. // ТНУ, Вестник, серия естественный наук, Душанбе, 2012г., №1/3(85), стр. 236-239.

8. С.У. Худойбердизода, Д.К. Саидов, Р.О. Рахмонов, и др. / Синтез и ИК-спектральная характеристика некоторых 5-замещенных производных новых модифицированных пара-Х-фенилимидазо-[2,1-b]-[1,3,4]-тиадиазола. // Вестник ТНУ, серия Естественных наук, № 1/2 (196), 2016г., стр. 167-173.

9. Р.О. Рахмонов, Д.С. Лангариева, А.М. Кобилзода, М.Ф. Косимзода, М.Т. Зоидова, и др. / Синтез имидазо-[2,1-b]-1,3,4-тиадиазолов на основе винилацетилбромида и диэтилового эфира α-броммалоновой кислоты. // Вестник ТГНУ, серия естественных наук, Душанбе, «Сино», 2017, стр. 185-190.

10. Рахмонов Р.О., Ходжибаев Ю, Зоидова М.Т., Акбарова М.М., Одилзода М.М. / Синтез новых производных имидазо-[2,1-b][1,3,4]-тиадиазолов на основе 2-бром-6-п-Х-фенилимидазо-[2,1-b][1,3,4]-тиадиазолов. // Вестник ТГНУ,серия естественных наук, Душанбе, «Сино», № 1, 2018 г., стр. 169-177.

11. Ю. Ходжибаев, Р.О. Рахмонов, С.Д.Атоликшоева, М.А.Куканиев, Д.К.Саидов, И.У.Файзилов*. / Синтез и ИК-спектральная характеристика 2-бром-6-хлорметиленимидазо-[2,1-b]-1,3,4-тиадиазола. // Известия АН Республики Таджикистан, Отделение физикоматематических, химических, геологических и технических наук, 2012г. №4 (149), стр. 64-67.

12. Andreani, A., Rambaldi, M., Locatelli, A., Bossa, R., Salvatore, G., Galatulas. / Synthesis and cardiotonic activity of aryl- or pyridyl-substituted fused imidazoles. // I European Journal of Medicinal Chemistry. – 1994. -V. 29 (5). -P. 339-342.

13. Vinayak S. Hegde, Gundurao D. Kolavi, Ravi S. Lamani and Imtiyaz Ahmed M. Khazi. / Mannich bases and novel benzothiazole derivatives of imidazo[2,1-b][1,3,4]- thiadiazoles and their biologicalevaluation. // J.oernal of sulfur Chemistry. –V. 27, No. 6, 2006, 553-569.

14. Наканиси К. Инфракрасные спектры и строение органических соединений. Изд-во «Мир», М. 1965. 216 стр.

15. Дж. Бранд, Г. Эглинтон. Применение спектроскопии в органической химии. Изд-во «Мир», 1967, 729 стр.

16. Зоидова М. Т., Саидов Д. К., Рахмонов Р. О., Бандаев С. Г. / ИК-Спектры некоторых производных имидазо-[2,1-b]-1,3,4-тиадиазолов, содержащий различных функциональных групп. // The Usa Journal of Applied Sciences #1 – 2016 pp. 56-60.

17. Б. Ю. Султанов. Инфракрасные спектры и водородные связи 1,1-дифенил-пропанола-1. / Журнал прикладной спектроскопии. -1984. -Т. XLI. –Выпуск 5. – С. 739-741.

18. М.Э. Асгатович. Физико-химические основы влияния комплексообразования ингибиторов на ослабление старения резин. (Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора химических наук по специальности 02.00.04-физическая химия), Иваново, 2012. стр. 16-18.

СИНТЕЗ, ТАДҚИҚОТ ВА ТАСНИФОТИ ТАЙФИИ ИС-И ГАЛОГЕНАЛКИЛҲОСИЛАҲОИ ИМИДАЗО [2,1-b][1,3,4] ТИАДИАЗОЛҲО

Р.О. Раҳмонов, Ю. Хоҷибаев, М.Т. Зоидова, У.А. Розиқов, М.М. Одилзода, С.Г. Бандаев, Б.Ш. Раҳматуллоев

Дар мақола роҷеъ ба синтези 2-, 5- ва 6-галогенметилҳосилаҳои имидазо [2,1-b][1,3,4]-тиадиазолҳо дар асоси сиклизатсияи 2-амино-5-галогенметил-1,3,4-тиадиазол бо п-броматсетилбромид, дар асоси реаксияи Блан ва сиклизатсияи 2-метил- ва 2-бензил-1,3,4-тиадиазол бо 1,3-дихлоратсетон пешниҳод шудааст. Муайян карда шуд, ки зимни гарм намудани 2-амино-5-галогенметил-1,3,4-тиадиазол бо п-броматсетилбромид дар спирти бутанол-1 дар

як зина гузашта, аммо сиклизатсияи 2-метил- ва 2-бензил-1,3,4-тиадиазол бо 1,3-дихлоратсетон дар муҳити этанол дар ду зина мегузарад.

Реаксияи хлорметилони 2-бром-5Н-6-п-бромфенилимидазо [2,1-b][1,3,4]-тиадиазол дар асоси муовизаи электрофилӣ бо усули Блан анҷом дода шуд. Маълум гардид, ки реаксияи мазкур дар муҳити кислотаи атсетати беоб бо формалдегид дар миқдори барзиёди HCl, бо ворид намудани гази HCl аз таркиби омехтаи реаксионӣ бомуваффақият мегузарад.

Тадқиқи реаксияи муовизаи нуклеофилии атоми хлор дар 2-метил- ва 2-бензил-6-хлорметиленимидазо-[2,1-b][1,3,4]-тиадиазол бо аминҳои мухталиф анҷом дода шуд.

Сохтори пайвастагиҳои ҳосилшударо таҳлили элементӣ, тайфи ИС ва табаддулоти химиявӣ тасдиқ намуданд. Таъйид шуд, ки ворид намудани гурӯҳҳои функсионалии нав ба гетеросиклҳои мазкур боиси тағйирёбии фурӯбарии хатҳои ИС дар нуқоти мухталифи ҷузъи имидазотиадиазолиро ба вуқӯъ мепайвандад.

Калимаҳои калидӣ: 2-(1-бром-2-метилпропил)-1,3,4-тиадиазол, 2-(1-бромизо-пропил)-5-амино-1,3,4-тиадиазол 2-метил-1,3,4-тиадиазол, 2-бензил-1,3,4-тиадиазол, 2-метил-6-хлорметиленимидазо[2,1-b][1,3,4]-тиадиазол, 2-бензил-6-хлорметилен-имидазо-[2,1-b][1,3,4]-тиадиазол, сиклизатсия, 1,3-дихлоратсетон, лаппиши валентӣ.

SYNTHESIS, RESEARCH AND IR-SPECTRUM OF HALOGENMETYLDERIVATIVES OF IMIDAZO[2,1-b][1,3,4]- TIADIAZOLES

R.O. Rahmonov, U. Hojibayev, M.T. Zoidova, U.A. Rozikov, M.M. Odilzoda, S.G. Bandayev, B.Sh. Rahmatulloyev.

The article describes the synthesis of 2-, 5-and 6-halogenmethylderivatives of imidazo[2,1-b][1,3,4]-tiadiazoles based on the cyclization of 2-amino-5-halomethyl-1,3,4-thiadiazole with p-bromoacetyl bromide, based on the Blanc reaction and cyclization of 2-methyl- and 2-benzyl-1,3,4-thiadiazole with 1,3-dichloroacetone. It was revealed that when 2-amino-5-halomethyl-1,3,4-thiadiazoles with p-bromoacetyl bromide are heated in butanol-1 medium, the reaction proceeds in one stage, however cyclization of 2-methyl- and 2-benzyl-1,3, 4-thiadiazoles with 1,3-dichloroacetone in ethanol proceeds in two stages.

The chloromethylation of 2-bromo-5H-6-p-bromophenylimidazo[2,1-b][1,3,4]-thiadiazole was carried out on the basis of electrophilic substitution by the method of Blanc. It was revealed that the reaction proceeds successfully in glacial acetic acid with formaldehyde in excess of HCl and the introduction of a constant current of gaseous HCl reaction mixtures.

The reaction of nucleophilic substitution of chlorine in 2-methyl-2-benzyl-6-chloro-methylenimidazo-[2,1-b][1,3,4]-diadiazoles with various amines was studied.

The structure of the obtained compounds was confirmed by elemental analysis of the IR spectrum and chemical transformations. It was established that with the introduction of new functional grupps on these heterocycles, there is a change in the IS absorption band at different peaks of the imidazothiadiazole fragments.

Key words: 2- (1-bromo-2-methylpropyl) -1,3,4-thiadiazole, 2- (1-bromo-propyl) -5-amino-1,3,4-thiadiazole, 2-amino-5 -methyl-1,3,4-thiadiazole, 2-benzyl-1,3,4-thiadiazole, 2-methyl-6-chloromethyleneimi-dazo[2,1-b][1,3,4]-diadiazole, 2-benzyl-6-chloro-methylenimidazo-[2,1-b][1,3,4]-thiadiazole, cyclization, 1,3-dichloroacetone, valence vibration.

Сведение об авторах:

Рахмонов Рахмон Охонович - кандидат химических наук, заведующий лабораторией химии гетероциклических соединений Института химии им. В.И. Никитина Академии наук Республики Таджикистан, г. Душанбе, телефон: 934260334.

Ходжибаев Юлдош - доктор химических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории ХГС Института химии им. В.И. Никитина Академии наук Республики Таджикистан, г. Душанбе, телефон: 900476969.

Муътабар Толибджоновна Зоидова – старший научный сотрудник лаборатории химии гетероциклических соединений Института химии им. В.И. Никитина АН РТ, Таджикистан, г. Душанбе, Телефон: 927786870.

Розиков Умед Абдухалимович - магистр лаборатории химии гетероциклических соединений Института химии им. В.И. Никитина Академии наук Республики Таджикистан, г. Душанбе, телефон: 933164446.

Мирзогафур Мирзосабур Одилзода - младший научный сотрудник лаборатории химии гетероциклических соединений Инсти-

тута химии им. В.И. Никитина АН РТ, телефон: 929747210.

Сироджиддин Гадоевич Бандаев - профессор кафедры Органической и биологической химии ТГПУ им. С.Айни, тел: 907-74-74-09.

Б.Ш. Рахматуллоев - магистр кафедры Органической и биологической химии ТГПУ им. С.Айни, тел: 93-820-20-25.

Авторы выражают глубокую благодарностью рабочей группе и д.х.н, профессору Мухидинову З.К. за оказание помощи при выполнении ИК-спектральных исследований.

ФАРЗИЯ ОИД БА СТРУКТУРАИ НАВИ КЛАСТЕРИИ ОБ

Т.Д. Ҷӯраев, Э.Р. Газизова, Ғ.Қ. Ҳоҷиев, М.Т. Тошев

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Дар кори мазкур нишон дода шудааст, ки молекулаи об дар муҳити наздики худ дорои чор ҳамсояи бо sp^3-банд васлшудаи дар тетраэдр ҷойгиршуда иборат аст. Бешубҳа гуфтан мумкин аст, ки об дорои структураи монанди алмосро дорад. Молекулаи он дар чунин намуд $(H_2O)_5$ дорои конфигуратсияи икосаэдрии аз 5 тетраэдрҳои яке аз панҷ кристаллҳои дуруст таркибёфта мебошад.

***Калимаҳои калидӣ**: структураи об, модел, конфигуратсияи тетраэдрӣ, октаэдрӣ, икосаэдрӣ, банди гидрогенӣ, молекулаи об, бисёрруҳя.*

Структураи об яке аз мушкилоти мураккаби химияи муосир ба шумор меравад. Дар айни замон зиёда аз 20 модели сохтори об маълум аст [1-3]. Ҳамаи моделҳои мавҷудбудаи обро ба панҷ гурӯҳ тақсим мекунанд: 1. Пай дар пай (бефосила), 2. Дуструктуравӣ, 3. Модели бо холигӣ пуршуда, 4. Кластерӣ, 5. Модели ассосиатҳо. Албатта чунин тақсимот шартан мебошад. Фарзияҳо он қадар байни ҳам алоқаманданд, ки гузаронидани теғаи аниқ байни онҳо на ҳама вақт амалӣ мешавад. Қайд кардан мумкин аст, ки ин версияҳо бо ошкор намудани конфигуратсияи реалии молекулаи фазоӣ дар оби моеъ кӯмак мерасонанд.

Дар [3] омадааст, ки ҳамаи моделҳоро ба ду гурӯҳ тақсим мекунанд: омехта ва бефосила. Дар моделҳои гурӯҳи якум об ҳамчун маҳлули навъи фосиладори молекулавии бавуҷудорандаи ду ва зиёда намудҳо оварда шудааст. Дар моделҳои дуюм, баръакс сохтори асосии оби моеъ, ки аз панҷараи ягонаи тетраэдрии бо банди гидрогенӣ буда таркиб ёфтааст. Фарқият дар ҳолати ногаҳон вайрон шудани сохти геометрии банди гидрогенӣ мебошад.

Қайд кардан зарур аст, ки ҳамаи моделҳои пешниҳод кардашуда хосияти (табиат) назарявӣ ва фазои ҳақиқии шакли молекуллаи оби моеъро доранд.

Моделҳои дуҳолатдошта аз ҷониби олимони зиёде омӯхта шудааст. Масалан, Л. Холл ҳангоми омӯзиш якчанд дермонии дигар кардани структураи молекулаҳоро дар об мушоҳида намуд. Ба ақидаи ӯ ду структура ба вуҷуд меояд. Якум, структураи тетраэдрии об ва дуюм дар зич ҷойгиршавии ҳардуи структураҳо, ки қисман вуҷуд дошта, омехтаи идеалиро ташкил мекунанд. Аммо пешниҳоди дуюми он муайян карда нашудааст. Барои ҳамин ин моделҳоро ҳамчун дарунхолӣ ё ки ҳамчун кластерӣ мушоҳида намудан мумкин аст. Ин моделро соли 1948 пешниҳод намудаанд. Баъд аз шаш сол ҳангоми муайян намудани энергияи банди гидрогенӣ А. Смит ва А. Лоусон ба хулосае омаданд, ки барои банди гидрогенӣ хусусияти ҳалқагӣ ва канда нашудани банд хос аст. Фарзияи ҳалқагии бандӣ гидрогенӣ лоиқи диққати муайян мебошад.

Ҳамаи моделҳои барои оби моеъ пешниҳодшуда дар байни олимон гуногун-андеширо ба вуҷуд овард.

А. Эйкен махсус таъкид кардааст, ки пайдо шудани ассотсиатсия ба банди гидрогенӣ мусоидат мекунад ва мавҷудияти структураи гурӯҳи нави $(H_2O)_8$-ро пешниҳод намудааст.

Тадқиқоти электронографӣ хулосаи Эйкенро оид ба мавҷудияти ассотсиатҳо дар об (бо адади молекулаҳо аз 2 то 8 ё ассосиатҳои навъи $(H_2O)_4$ ва $(H_2O)_8$ ҳатто ҳамчун $(H_2O)_6$ ва $(H_2O)_3$) тасдиқ намуд. Аммо ин хуллосаҳо тасдиқи аниқи худро наёфтаанд.

Соли 1967 Аджено И. сохтори нави обро маънидод карда қайд намуд, ки банди гидрогенӣ структураи ҳалқагии гуногунро ба вуҷуд меорад ва ин ҳалқаҳо ҳамчун то шаш адад молекулаҳо мебошад.

Мутахассисони соҳаи химияи квантӣ модели Адженоро инкор намуданд.

Полинг Л. дар соли 1960 навъи нави модели структураи обро, ки дорои сохти тетраэдрии бо ҷойҳои холӣ пуршуда буд, сохт. Сохтори ин модел бисёррӯяи дуруст –

додекаэдрӣ буда, дорои 12 рӯя, 30 қирра ва 20 қулла мебошад. Дар ин ҳолат ба ақидаи Полинг сохтори об аз ду структура иборат аст. Яке аз ин структураҳо аз молекулаҳои алоқаи банди гидрогенидошта иборат аст. Дигараш бошад, аз молекулаҳои озоди ҷойҳои холии пуршуда таркиб ёфтааст.

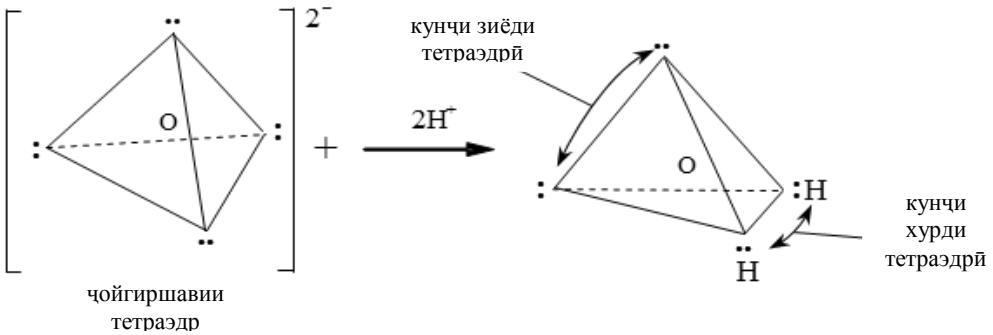
Дар солҳои охир бо ёрии моделсозии математикӣ дар асоси модели бефосила бо компютер омӯзиши структураи нави об оғоз шудааст [3]. Аз рӯйи ин моделҳо структураи нави об, ки аз якчанд тетраэдрҳо таркиб ёфтааст, пешниҳод карда шудааст.

Тетраэдр дар структураи пайвастагиҳои органикӣ бисёр вомехӯрад. Мисол, пайвастагиҳои алифатии ҳосилшудаи тетраэдри ҷойгиршудаи атомҳои карбон. Яке аз модификатсияҳои кристалии карбон алос мебошад, ки ҳар як атоми карбон бо чор ҳамсояи sp^3-банди ташкилкунандаи конфигуратсияи тетраэдрӣ пайваст аст. Ин ҳолатро химияи об гуфтан мумкин аст [5,6].

Мувофиқи усули ОМ барои молекулаи якандозавии об H_2O теладиҳии электорстатикӣ барои эҳтимоли якчанд ҷойгиршавии чор ҷуфти электронии ионҳои оксиген бояд дар қуллаи тетраэдри дуруст ҷойгир бошад. Ҷуфти электронии бо таъсири ҷуфти электронҳои озод пайвастшуда ҳангоми дар ин кунҷи хурд – 104,5° нисбат ба тетраэдрӣ – 109,3° (ниг. расми 1) зич шудан дар вақти ҳамчун ҷуфти тақсимнашуда ба ду кунҷи калон тақсим мешавад.

Андешаи ягона оид ба дуруст тақсимшавии зарядҳо дар молекулаи об то ҳол мавҷуд нест. Ғайрисимметриявии зарядҳо молекуларо ба дипол мубаддал менамояд. Вақти диполии таркибёфтаи молекулаи H_2O хуб нишон дода шудааст (дар расмҳои 13-29 дар [7]), ки натиҷагирии вақти диполӣ мавҷудияти атоми оксигени ду ҷуфти тақсимнашудаи электронҳои дар зарядҳои манфӣ ҷаъмшуда муайян карда мешаванд. Онҳо банди ҳақиқии бо молекулаҳои ҳамсоя ҷалбшудаи зарядҳои мусбати онро таъмин менамоянд.

Дар ин ҳолат молекулаи обро ҳамчун пирамидаи секунҷаи намуди тетраэдрӣ бо кунҷи дар он чор заряд ҷойгиршуда: ду мусбат ва ду манфӣ дидан мумкин аст (ниг. расми 1).



Расми 1. Нақшаи ҳосилшавии воҳиди химиявӣ-структуравии ирсии H_2O дар намуди тетраэдр

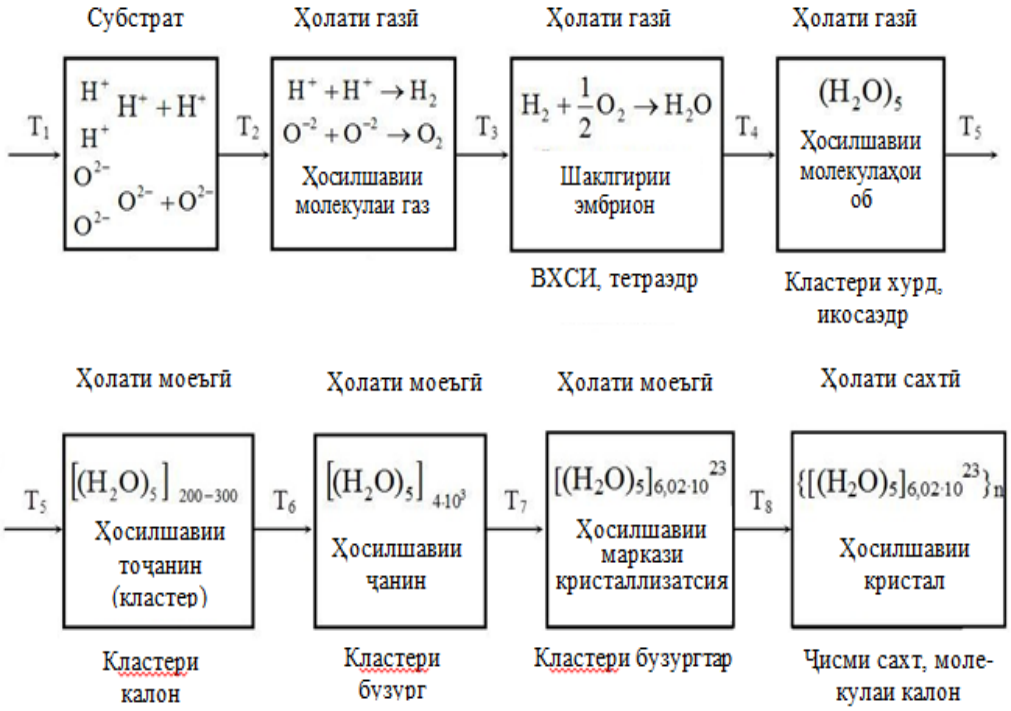
То кадом андоза структураи оби моеъ дуруст аст? Ин то ҳол ноаён буда, ба ин нигоҳ накарда, муаллифони ин мақола модели нави структураи обро, ки дар натиҷаи омӯхтани ирсияти физикавӣ ва микроғайриякҷинсагӣ дар гудохтаҳои системаи металлӣ ба даст омадааст, пешниҳод менамоянд [6].

Ҳангоми зуҳуроти ирсияти физикавӣ дар табиати ғайриорганикӣ дар мисоли об дар ҳолати газӣ дар ҳарорати $T_1 \rightarrow T_2 \rightarrow T_3$ эмбрион (расми 2) дар намуди воҳиди химиявӣ-структуравии ирсӣ (ВХСИ) H_2O бо конфигуратсияи тетраэдрӣ ҳосил мешавад. Бояд қайд кард, ки ҷуфти электронҳои озод дар тетраэдр қобилияти таъсиркунии электростатикӣ ё онҳо худро ба сифати ҷонишинҳои сеюм ва чоруми “фантом”-лиганд бурда [8], ба пирамидаи секунҷа дар конфигуратсияи устувори тетраэдрӣ табдил меёбад. Ин зарядҳо дар муҳити наздики худ ҷаъм шуда, молекулаи обро $(H_2O)_n$ ҳангоми n = 1 ҳолати муайяни сахт, ки байни ду атоми оксиген ҳама вақт танҳо як атоми гидроген ҷойгир аст, вайрон менамояд. Ё банди гидрогенӣ H – O ··· H ба вуҷуд меорад. Молекулаи об $(H_2O)_n$ ҳангоми n = 1 мумкин дорои чор sp^3 банди баробарқувваи ҳангоми

ҳосилшавии молекулаи оби тетраэдрӣ дар намуди $(H_2O)_n$ ҳангоми n = 5, аз ҳисоби азнавташкилшавии дохилимолекулавӣ ё нодуруст даврзанӣ бошад (ниг. расми 2). Дар ин ҳол на аз ҳад зиёд имкони ратсемизатсияи ҳароратии конфигуратсияи тетраэдрӣ бе вайроншавии бандҳо мавҷуд аст. Чунин механизм ратсемизатсияи ҳароратии воҳиди химиявӣ-структурии ирсии об ва муттаҳидшавии онро дар кластери хурд мефаҳмонад. Молекулаи об дар муҳити наздики худ дорои чор ҳамсояи бо sp^3-банди васлшудаи дар тетраэдр ҷойгиршуда соли 1929 бо усули рентгенографӣ муайян карда шудааст [4]. Бешубҳа гуфтан мумкин аст, ки об $(H_2O)_5$ дорои структураи монанди алмосро дорад.

Аммо, аз нуқтаи назари стереохимия сохтори фазоии молекуллаҳои об дар фарқият аз молекулаи алмос шартан ҷавобгӯ буда, барои бавуҷудоии асимметрия лозим аст (геометрияи молекулаҳо бояд чунин бошад, ки молекула ба тасвири оинагии худ мувофиқат намекунад). Ин шароит барои об мувофиқ аст, ё молекулаи об дар шакли фаъоли оптикӣ вучуд доштанаш мумкин аст. Ду шакли оби мавҷудбуда яке ба дигаре тасвири оинавишудаи дорои хосияти физикавӣ-химиявии якхела аст, ба истиснои он ки ин шакл дар самти муқобили ҳамвории поляризатсияи нур чарх мезанад. Омехтаи баробари адади молекулаҳои об – як ва дигар энантиомерҳо ратсемиявӣ номида мешавад. Табодули як молекулаи этаномер дар омехтаи ратсемиявии ҳардуи шакл ратсемизатсия номида мешавад. Ин ба ҳосилшавии пайвастагии ретсемиявӣ ё ретсемати дорои ягон структураи кристаллӣ ва хосият нисбат ба энантиомерҳо ва ин бо намуд шароити хосияти аномалии об нишон медиҳад.

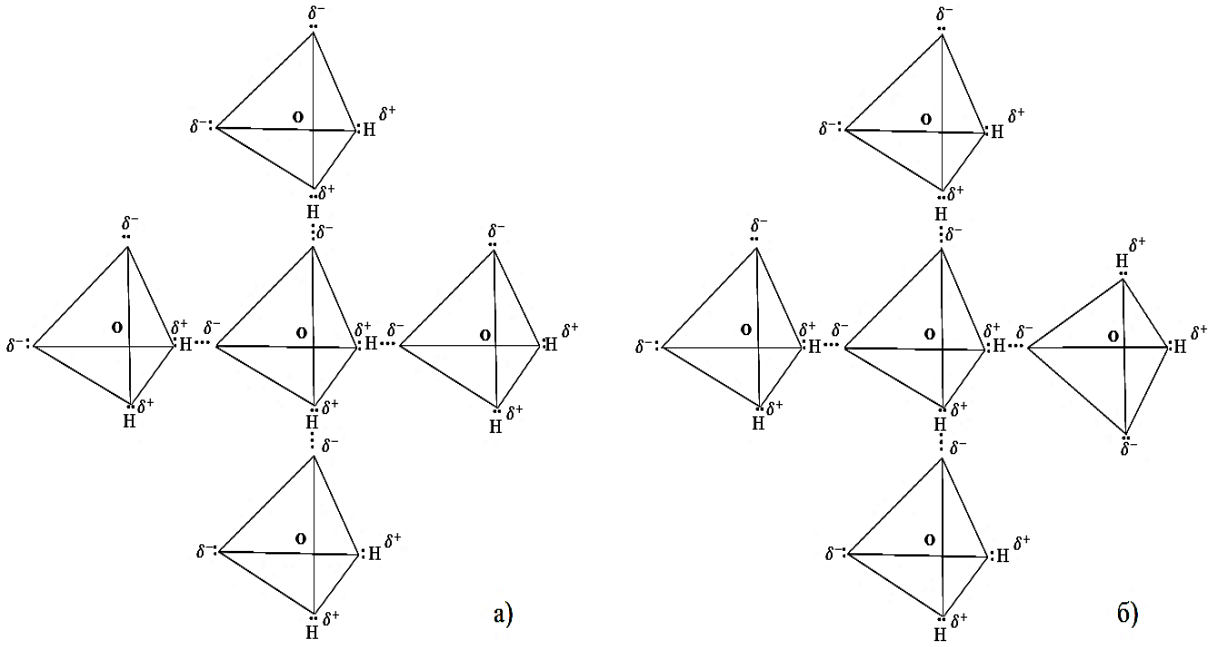
Пастшавии баъдинаи ҳарорат то T_4 боз дар ҳолати газӣ ба ҳосилшавии молекуллаҳои об $(H_2O)_5$, ки барои банди гидрогенӣ хос аст, оварда мерасонад. Ин ҷамъшавӣ худ ифодакунандаи ҳосилшавии кластери хурд дар намуди икосаэдри аз 5 тетраэдрҳо таркибёфта мебошад (расми 3, *а* ва *б*). Молекулаи об $(H_2O)_5$ инчунин дар шакли фаъоли оптикӣ ё дорои изомерҳо буданаш мумкин аст. Дар шароити мувозинатӣ дар моеъҳо ҳангоми T_5 эмбрионҳо дар кластерҳо ҷамъ шуда – кластери хурд $(H_2O)_5$, ки миқдори онҳо дар ҳар кластер ба 200-300 адад расида, кайҳо ба ҳосилшавии кластери калон $\{[(H_2O)_5]\}_{200...300}$ оварда мерасонад. Дар кори [4] нишон дода шудааст, ки дар оби моеъ ҳангоми T_6 ҷанин бо ассосиатсияи $[(H_2O)_5]_n$, ки дар инҷо n = 4000 буда, худ ифодакунандаи кластери бузург $[(H_2O)_5]_{4000}$ мебошад. Хунукнамоии ояндаи система то ҳарорати T_7 ба пайдо шудани маркази кристаллизатсия оварда мерасонад.



Расми 2. Нақшаи зуҳуроти ирсияти физикавӣ дар мисоли об вобаста аз ҳарорат ва консентратсия, °С:

$T_1 > 10000$; $T_2 > 4500$; $T_3 = 4427$; $T_4 < 4427$; $T_5 < 100$; $T_6 < 50$; $T_7 < 30$; $T_8 < 0$

Маълум аст, ки дар ҳамин ҳолат дар 1г – мол об $5{\cdot}6{,}02{\cdot}10^{24}$ воҳиди химиявӣ-структурии ирсӣ таркиб ёфта, кластери бузургтаре $[(H_2O)_5]_{6,02\cdot10^{24}}$ ҳосил мекунад. Баъдан дар ҳолати сахтӣ бо зиёдшавии миқдори кластерҳо $\{[(H_2O)_5]_{6,02\cdot10^{24}}\}_n$ ҳосилшавии ҷисми сахт ё ҳуд кристали макромолекулаҳо ба амал меояд.



Расми 3. Схемаи ҳосилшавии молекулаҳои об $(H_2O)_5$ – дувоздаҳқулладор-икосаэдр аз панҷ воҳиди ирсии структурии тетраэдрӣ H_2O:а – пара-изомер ва б – орто-изомер.

Ҳаминро қайд кардан мумкин аст, ки ба наздикӣ оид ба ду типи сохтори локалӣ ё дар об мавҷудияти ғайриякҷинсагии ду типҳои зиччии калон ва хурди тақрибан андозаҳои якхелаи 1-2 нм. дар тадқиқот [10-12] бо истифодаи спектроскопияи рентгении эмиссионӣ ва бо ёрии усули пароканиши рентгении кунҷи хурддошта тасдиқ карда шудааст. Муаллифони ин кор ғайриякҷинсагии зиччии хурди структураи аз молекулаи алоқаи тетраэдридошта, ҳамчун кластерҳои зиччиашон хурд ва ғайриякҷинсагии зиччии зиёд, ҳамчун кластерҳои зиччиашон баландро индентификатсия намудаанд. Инчунин мавҷудияти баробарии флуктуирии байни кластерҳои зиччиашон хурд ва зиччиашон баланд тасдиқ карда шудааст.

Аз ин хотир қайд карда шудааст, ки ҷузъҳои структурии кластерҳои зиччиашон баланд то ҳол муайян карда нашудааст.

Адабиёт:

1.Соколов А.А. Вода: проблемы на рубеже XXI века. Л.: Гидрометеоиздат. 1986. 167 с.

2.Ефимов Ю.Я., Наберухин Ю.И. Обоснование непрерывной модели строения жидкой воды посредством анализа температурной зависимости колебательных спектров. Журн. структурной химии. 1980, т. 21, №3. С. 95-105.

3.Синюков В.В. Вода. Известная и неизвестная. М.: Знание. 1987. 175 с.

4.Уэллс А. Структурная неорганическая химия. М.: Мир. 1987, т.1. 408с.

5.Джураев Т.Д., Газизова Э.Р., Тошев М.Т. Проявление физической наследственности в неорганической природе. ДАН РТ. 1912, т.55, №5. С.398-402.

6.Джураев Т.Д., Газизова Э.Р., Тошев М.Т. О кристаллохимической модели расплава. Материалы IV регионального научно-технического совещания «Взаимодействие науки и литейно-металлургического производства», проводимой Самарским государственным техническим университетом (Россия), 18 апреля 2014 г., с.39-42.

7.Диккерсон Р., Грей Г., Хейт Дж. Основные законы химии. Т.1. М.: Мир. 1982. 656с.

8.Соколов В.И. Новое в стереохимии. М.: Знание. 1975. 64с.

9.Робертс Дж., Касерио М. Оснновы органической химии. Т.1. М.: Мир. 1975. 848с.

10.T. Tokushima, Y. Harada, O. Takahashi, Y. Senba, H. Ohashi, L.G.M. Pettersson, A. Nilsson, S. Shin. High resolution X-ray emission spectroscopy of liquid water: The observation of two structural motifs. Chem. Phys. Lett., 460, 387-400 (2008)/

11.C. Huang, K.T. Wikfeldt, T. Tokushima, D. Nordlund, Y. Harada, U. Bergmann, M. Niebuhr, T.M. Weiss, Y. Horikawa, M. Leetmaa, M.P. Ljungberg, O. Takahashi, A. Lenz, L. Ojamae, A.P. Lyubartsev, S. Shin, L.G.M. Pettersson, A. Nilsson. The inhomogeneous structure of water at ambient conditions PNAS, 106, 15214-15218 (2009).

12.I.L. Smolsky, et al. Biological small angle X-ray scattering facility at Stanford Synchrotron Radiation Laboratory. J. Appl. Cryst. 40, 453-4

ГИПОТЕЗА О НОВОЙ КЛАСТЕРНОЙ СТРУКТУРЕ ВОДЫ

Т.Д. Джураев, Э.Р. Газизова, Г.К. Ходжиев, М.Т. Тошев

В работе показано, что молекула воды в своем ближайшем окружении имеет четырех соседей, связанных sp^3-связями, расположенными по тетраэдру. Иначе говоря, вода имеет структуру подобную алмазу. Её молекула в таком виде $(H_2O)_5$ имеет икосаэдрическую конфигурацию, состоящую из 5-ти тетраэдров, являющихся одним из пяти правильных тел кристаллов.

Ключевые слова: структура воды, модель, тетраэдрическая конфи-гурация, октаэдрическая конфигурация, икосаэдрическая конфигурация, водородная связь, молекула воды, многогранник.

HYPOTHESIS ABOUT NEW CLUSTER STRUCTURE OF WATER

T.D. Juraev, E.R. Gazizova, G.K. Hojiev, M.T. Toshev.

It is shown that the water molecule in its immediate environment has four neighbors related sp^3-bonds arranged in a tetrahedron. In other words, the water has a structure similar to diamond. Its molecule in this form $(H_2O)_5$ has an icosahedral configuration consisting of a 5-tetrahedra, which is one of the five regular solids crystals.

Key words: water structure model, the tetrahedral configuration, octahedral configuration, the icosahedral configuration, the hydrogen bond, a water molecule, the polyhedron.

Маълумот оиди муаллифон:

Джураев Тухтасун Джураевич – доктори илмҳои химия, профессори кафедраи «Металлургия», ДТТ ба номи акад. М.С. Осимӣ, ш. Душанбе, хиёбони акад. Рачабовҳо, 10. E-mail: mcm45@mail.ru

Газизова Эльвира Рашитовна – номзади илмҳои химия, дотсенти кафедраи «Металлургия» ДТТ ба номи акад. М.С. Осимӣ, ш. Душанбе, хиёбони акад. Рачабовҳо, 10. E-mail: mcm45@mail.ru

Ҳоҷиев Ғолибҷон Қурбонович – ассистенти кафедраи «Металлургия» ДТТ ба номи акад. М.С. Осимӣ, ш. Душанбе, хиёбони акад. Рачабовҳо, 10. E-mail: Golib_19@mail.ru

Тошев Мансур Толибжонович – муаллими калони кафедраи «Металлургия» ДТТ ба номи акад. М.С. Осимӣ, ш. Душанбе, хиёбони акад. Рачабовҳо, 10. E-mail: mcm45@mail.ru.

УДК 622.364:622.765

ФЛОТАЦИЯ ФОСФОРИТОВОЙ РУДЫ С ПОМОЩЬЮ ОЛЕИНОВОЙ КИСЛОТЫ

Ш.А. Курбонов, М.С. Исмоилова, Ш.Р. Самихов

Институт химии им. В.И. Никитина АН Республики Таджикистан

Представлены результаты исследований влияния легкодоступных реагентов на процесс прямой флотации фосфоритовых руд месторождения Риват. На основании результатов исследований предложена принципиальная технологическая схема комбинированного флотационного обогащения фосфатного сырья, дающей возможность получения флотоконцентрата, содержащего 27-28 % P_2O_5.

***Ключевые слова**: фосфоритовая мука, флотация, олеиновая кислота, концентрат, эмульсия, расход реагентов, фосфорсодержащая руда.*

Основным сырьем для получения фосфатов являются апатитовые и

фосфоритовые руды. В Таджикистане всего выявлено и в разной степени изучено около 30 месторождений и проявлений фосфоритов. Достаточно изученными являются фосфориты Каратагского, Хачильерского и Исфаринского месторождений. Самым малоизученным фосфоритовым месторождением является Риватское, которое находится на правом берегу р. Зеравшан, напротив г. Пенджикент. Балансом учтено 22 млн. т. руды, прогнозные запасы составляют 60 млн. т. Фосфориты Риватского месторождения в своем составе содержат различные элементы-микроудобрения и представляют собой слабосцементированные легкообогатимые песчаники. Технологическими исследованиями доказана возможность получения из них фосфоритной муки и суперфосфата [1-5].

При дефиците фосфора в почве нарушается обмен энергии веществ в растениях, и это проводит к торможению их роста, плодоношению, созреванию, и соответственно, к снижению качества продукции и урожайности [6].

Устранение фосфорного дефицита в почве и увеличение их подобия можно осуществить за счет собственных ресурсов ряда мелких месторождений осадочных зернистых фосфоритов и переработкой их в фосфорсодержащие удобрения.

Из литературных источников[1,7] известно, что при флотации минералов, имеющих в своей кристаллической решетке в качестве катионов щелочно-земельные металлы, а также при флотации некоторых окисленных минералов нашли широкое применение реагенты с карбоксильной солидофильной группой (олеиновая кислота, олеат натрия и др.).

Целью данной работы явилась разработка технологии обогащения фосфоритовой руды Риватского месторождения с применением олеиновой кислоты и получение концентратов, используемых для получения суперфосфата. Исследования проводились в открытом цикле.

В качестве собирателя олеиновая кислота применяется шире, чем другие реагенты подобного состава. Олеиновая кислота ($C_{17}H_{33}COOH$) - бесцветная маслообразная жидкость, не имеющая вкуса и запаха. На воздухе олеиновая кислота быстро окисляется и полимеризуется, в результате приобретает желтую окраску. Углеводородный радикал этого соединения составляет аполярную часть молекулы и отличается практически полным отсутствием взаимодействия с водой [7].

В связи с этим было решено приготовить и применить эмульсию олеиновой кислоты с щелочью NaOH (1:0,05). Применение для флотации олеиновой кислоты в щелочной пульпе с едким натром равноценно применению олеата натрия. Олеиновая кислота и олеат натрия в настоящее время применяют при флотации несульфидных руд, в том числе для флотации фосфоритов, апатитов и других руд.

Содержание P_2O_5 в исходной пробе составляло 4,1-5,85 %. Флотация велась в щелочной среде, создаваемой содой. Для депрессии минералов пустой породы использовалось жидкое стекло. Для повышения извлечения P_2O_5 нами использовалась смесь олеиновой кислоты с керосином. Расход керосина 3 кг/т является оптимальным.

На основании проведенных предварительных исследований по флотации были подобраны следующие условия: тонина помола 50%, класса -0,063 мм. Для создания pH среды использовалась сода (2 кг/т), которая подавалась в голову флотации совместно с жидким стеклом (1 кг/т). Расход олеиновой кислоты варьировался от 2 кг/т до 4 кг/т.

Технологическая схема флотации представлена на рис. 1.

Результаты флотации в открытом цикле представлены в таблице 1.

Разработанный реагентный режим позволил получить кондиционный фосфоритовый концентрат, в котором содержание P_2O_5 варьировалось от 27,66 до 28,32% с извлечением в него 82,35-88,7%. Содержание P_2O_5 в хвостах составляло от 0,13 до 0,51%. Из полученных данных установлено, что расход олеиновой кислоты 3 кг/т является оптимальным.

Таким образом, проведёнными исследованиями подтверждена возможность получения фосфоритовых концентратов с помощью олеиновой кислоты для руд Риватского месторождения.

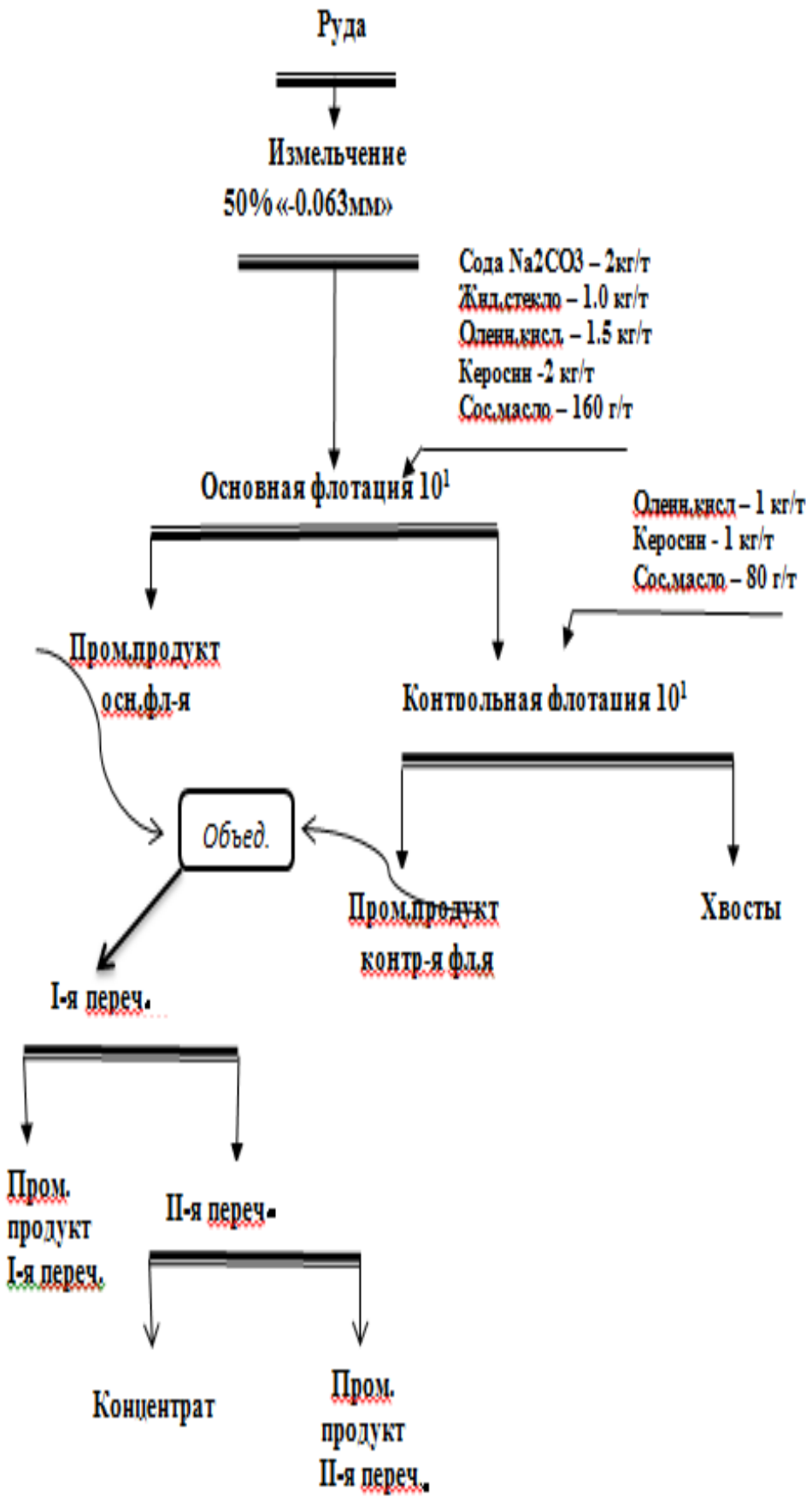


Рис. 1.Технологическая схема флотации фосфоритной руды.

Таблица 1

Флотация фосфоритной руды с олеиновой кислотой в открытом цикле с двумя перечистками концентрата

Наименование продуктов	Выход (γ)		Содержание (β) P_2O_5, %	Извлечение P_2O_5, %	Условия опыта
	Г	%			
Концентрат I	32	13,17	28,32	75,30	Сода-2кг/т Ж.ст.-1кг/т Ол.к-та.-2,0 кг/т Керосин-3 кг/т Сос.м.-240г/т
Пр.пр. I переч.	12	4,94	5,79	5,79	
Пр.пр. II переч.	9	3,70	14,54	10,86	
Хвосты I	190	78,19	0,51	8,05	
Руда	243	100	4,95	100	
Концентрат II	28	11,34	28,32	58,60	Сода-2кг/т Ж.ст.-1кг/т Ол.к-та.-2,5 кг/т Керосин-3 кг/т Сос.м.-240г/т
Пр.пр. I переч.	31	12,55	5,10	11,68	
Пр.пр. II переч.	16	6,48	22,45	26,55	
Хвосты II	172	69,64	0,25	3,17	
Руда	247	100	5,48	100	
Концентрат III	40	16,13	28,32	88,68	Сода-2кг/т Ж.ст.-1кг/т Ол.к-та.-3,0 кг/т Керосин-3 кг/т Сос.м.-240г/т
Пр.пр. I переч.	16	6,45	2,96	3,71	
Пр.пр. II переч.	5	2,02	10,08	3,95	
Хвосты III	187	75,4	0,25	3,66	
Руда	248	100	5,15	100	
Концентрат IV	40	16,13	27,66	83,74	Сода-2кг/т Ж.ст.-1кг/т Ол.к-та.-3,5 кг/т Керосин-3 кг/т Сос.м.-240г/т
Пр.пр. I переч.	21	8,46	5,15	8,18	
Пр.пр. II переч.	5	2,02	16,58	6,29	
Хвосты IV	182	73,39	0,13	1,79	
Руда	248	100	5,33	100	
Концентрат V	40	16,33	28,17	82,35	Сода-2кг/т Ж.ст.-1кг/т Ол.к-та.-4,0 кг/т Керосин-3 кг/т Сос.м.-240г/т
Пр.пр. I переч.	12	4,9	4,08	3,58	
Пр.пр. II переч.	10	4,08	12,86	9,39	
Хвосты V	183	74,69	0,35	4,68	
Руда	245	100	5,60	100	
Исх.руда			4,34		

Литература:

1. Ситнова М. Минерально-сырьевая база и рынок фосфатов в СНГ // Семинар №25 симпозиум «Неделя горняка», Москва, 2007. 359с.

2. Курбонов Ш.А., Хочахон М.И., Самихов Ш.Р. и др. Минералогический состав фосфоритных руд месторождений Риват и Каратаг // Доклады АН Республики Таджикистан, 2017. Т.60. №7-8. С. 349-355.

3. Самихов Ш.Р., Зинченко З.А., Курбонов Ш.А. Изучение обогащения фосфатной руды месторождения Риват // Доклады АН Республики Таджикистан, 2018. Т.61. №2. С.190-193.

4. Самихов Ш.Р., Зинченко З.А., Курбонов Ш.А. Флотационно -химическое обогащение Таджикских фосфоритных руд // Материалы VII Всероссийской научно - практической конференции с международным участием. Иркутск, 2017. С.

5. Тошов Ф.М., Курбонов Ш.А., Самихов Ш.Р. Обогащение фосфоритной руды Риватского месторождения соляной кислотой //Вестник Таджикского технического университета. Серия: Инженерные исследования, 2018. №3 (43). С. 34-37.

6.Интернет-ресурсы: https:// stud files.net-preview-page:3.

7. Глембоцкий В.А., Классен В.И., Плаксин И.Н.. Флотация. Госгортехиздат,1961. -120 с.

ФЛОТАТСИЯИ МАЪДАНИ ФОСФОРДОР БО ЁРИИ КИСЛОТАИ ОЛЕИНАТ

Ш.А. Қурбонов М.С. Исмоилова, Ш.Р. Самихов

Натиҷаҳои тадқиқоти таъсири реагенти кислотаи олеинат дар раванди мустақими флотатсияи маъдани фосфордори кони Риват нишон дода шудааст. Дар асоси натиҷаҳои тадқиқот нақшаи принсипиалии технологии флотатсияи ґанигардонии ашёи фосфордор бо имконияти ҳосил кардани флотоконсентрат, ки таркибаш аз 27-28% P_2O_5 иборат мебошад, омода шудааст.

Калимаҳои калидӣ: орди фосфордор, флотатсия, кислотаи олеинат, консентрат, эмулсия, хароҷоти реагентҳо, маъдани фосфордор.

FLOTATION OF PHOSPHATE ORE WITH OLEIC ACID

Sh.A. Kurbonov, M.C. Ismoilova, Sh.R. Samihov

The results of studies of the influence of readily available reagents on the process of direct flotation of phosphorite ore of Rivat Deposit are presented. Based on the results of the research proposed principal scheme of a combined flotation concentration of phosphate which gives the possibility of obtaining a flotation concentrate containing 27 to 28 % P_2O_5.

Key words: phosphate flour,flotation, oleic acid, concentrate, emulsion, reagent consumption, phosphorus-containing ore.

Сведения об авторах:

Курбонов Шодком Ахмадбоевич – аспирант Института химии АН Республики Таджикистан, 734063, г. Душанбе, ул. Айни 299/2, Институт химии АН РТ, E-mail: Shodkom__1990@mail.ru, тел: +992 202 19 19

Самихов Шонавруз Рахимович д.т.н. - главный научный сотрудник Института химии АН РТ., 734063, г. Душанбе, ул. Айни 299/2, Институт химии АН РТ, E-mail: samikhov72@mail.ru, тел: +992 900 19 95 72.

Исмоилова Мархабо Сайдуллоевна - старший научный сотрудник Института химии АН Р.Т., 734063, г. Душанбе, ул. Айни 299/2, Институт химии АН РТ, тел: +992 93 800 61 77.

УДК 339.1:338.467.4:629(575.3)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ТРАНСПОРТНОГО ХОЗЯЙСТВА В СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЯХ

А.А. Раджабов, М.Г. Бобоев, А.А. Раджабов**

Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими

***Технический колледж Таджикского технического университета имени академика М.С.Осими*

Эффективность использования автопарка в сельском хозяйстве во многом зависит от технического состояния автомобилей и готовности к выполнению работы на линии. Этому способствует улучшение технического обслуживания и ремонта автомобилей, внедрение

индустриальных методов ремонта. Важную роль призваны сыграть меры по улучшению работы службы эксплуатации в автохозяйствах, в первую очередь путем внедрения научной организации труда при организации выпуска подвижного состава на линию, улучшения оперативного контроля за работой автомобилей на линии, обеспечения диспетчерских помещений необходимыми средствами связи, улучшения оперативного учета, анализа и отчетности в транспортных организациях.

Ключевые слова: *транспортное хозяйство, объём перевозок, доставка, хозяйственный механизм, груз, сельская территория, дехканские хозяйства.*

Наиболее напряженным периодом в использовании транспортных средств является уборка урожая. Объем перевозок грузов определяют на основе ожидаемого производства продукции. При определении

объемов транспортных работ в период уборки по каждому виду продукции устанавливают объем технологических перевозок и вывоз продукции на заготовительные пункты. [1].

При определении объема транспортных работ по основным периодам выполнения сельскохозяйственных работ и при установлении объема перевозок грузов в целом по сельской территории или хозяйствам на год важно правильно учесть возможную повторность перевозок одного и того же груза в зависимости от применяемой технологии производства и заготовки сельскохозяйственной продукции, коэффициенты повторности перевозок в хозяйстве могут складываться по разному.

Совершенствование экономических взаимоотношений на транспорте в сельских территориях должно базироваться на обоснованных данных об объемах транспортных работ, их повторности, физических свойствах грузов, способах погрузки и выгрузки. Учет этих данных и особенностей ведения хозяйства в различных регионах страны позволяет наиболее рационально распределять грузоперевозки между тракторным и автомобильным, собственным и привлеченным транспортом, правильно заключать договоры хозяйств с обслуживающими транспортными предприятиями, доводить дневные и сезонные задания водителям, устанавливать моральные и материальные стимулы.

Сельское хозяйство характеризуется многообразием перевозимых грузов, что обусловлено сочетанием растениеводческих и животноводческих отраслей, а также необходимостью транспортировки минеральных удобрений, ядохимикатов, нефтепродуктов, различной тары и др.

Для более правильного планирования объемов транспортных работ и определения потребности в транспортных средствах в хозяйствах необходимо сделать анализ объемов и кратность внутри- и внехозяйственных перевозок за прошедшие годы по основным видам сельскохозяйственной продукции (хлопок, зерно, кукуруза, овощи, бахчи, подсолнечник, кормовые культуры, продукция животноводства и др.). Одновременно устанавливаются объемы поступления в хозяйства и кратность внутрихозяйственных перевозок промышленной продукции производственного и общего назначения (топливо, удобрения, строительные материалы и др.), а также объемы транспортных услуг сельскому населению и пр. [2].

На основании установленных объемов и повторности перевозок грузов, исходя из средних расстояний транспортировки различных видов продукции, определяют общий грузооборот территории. При этом расстояния вывоза сельскохозяйственной продукции к местам заготовки, переработки и продажи, а также завоза материалов с баз и складов принимаются согласно утвержденным районными организациями.

Расстояние перевозки отдельных видов грузов в среднем по сельскохозяйственным предприятиям района определяют как средневзвешенную величину. Объем перевозок и грузооборот делится на внутрихозяйственные перевозки, ввозимые и вывозимые грузы.

Потребность в транспортных средствах и их рациональное сочетание должны определяться и в целом по сельской территории, и по каждому отдельному предприятию. При составлении производственного плана и распределении транспортных работ по видам транспорта необходимо исходить из того, чтобы, используя меньше транспортных средств, перевезти большее количество грузов. Для более эффективного использования транспортных средств в сельских территориях создаются транспортные подразделения.

Тракторный транспорт на селе, а также другие средства механизации включаются в цехи механизации или другие внутрихозяйственные формирования. Это, наряду с особенностями организации и технологии выполнения производственных процессов в каждой обслуживаемой отрасли АПК, и определяет особенности внутрихозяйственного расчета транспортных подразделений.

Форма внутрихозяйственного расчета транспортного подразделения предопределяется, в первую очередь, степенью его оперативно-хозяйственной самостоятельности в обслуживаемом предприятии, порядком установления материальной ответственности за эффективное использование подвижного состава, материальной заинтересованностью в результатах производственной деятельности, а также формой реализации принципа самоокупаемости затрат на перевозки [2].

Важным вопросом развития внутрихозяйственного расчета транспортного

подразделения является установление эффективной системы оценочных показателей его работы. Следует отметить, что в отличие от показателей, используемых при планировании деятельности транспорта на предприятии, количество которых практически не лимитируется, численность оценочных показателей должна быть минимальной, а экономическое содержание их доступно каждому водителю.

В настоящее время в каждой отрасли АПК и на предприятии оценочные показатели работы внутрихозяйственного транспорта различны. Так, в некоторых хозяйствах в качестве основных оценочных хозрасчетных показателей автопарку доводятся объем транспортной работы в тонна-километрах и общие затраты на эксплуатацию. Во многих хозяйствах в качестве основных хозрасчетных показателей применяются затраты на техническое обслуживание и ремонт. В некоторых система хозрасчетных показателей включает также задания по перевозке отдельных видов продукции растениеводства и животноводства и сокращению затрат на проведение технических обслуживаний.

Оценивая применяемые в сельхозпредприятиях системы показателей в целом, следует отметить, что все они ориентируют на увязывание экономических интересов на уровне хозяйство - водитель. Безусловно, сочетание экономических интересов хозяйства в целом, отдельных водителей очень важная задача. Однако, развивая внутрихозяйственный расчет в транспортных подразделениях, вопросы сочетания экономических интересов необходимо рассматривать в комплексе «хозяйство - хозрасчетное подразделение - производитель» [3].

Недостаточный учет экономических интересов транспортного подразделения предприятия АПК в конечном итоге повышает затраты на выполнение перевозок грузов, снижение качества транспортного обслуживания предприятия собственным подвижным составом. Поэтому система хозрасчетных показателей должна включать также показатели, нацеливающие на сочетание экономических интересов хозяйства и его транспортного подразделения. Кроме объемных, существуют показатели, характеризующие затраты на оплату труда работников автопарка, коэффициент выпуска парка или количество дней, отработанных автомобилем на линии, среднесуточный пробег и др.

Для автопарков сельхозпредприятий основными по- показателями являются: объем перевозок в тоннах с выделением объемов перевозок грузов обязательной номенклатуры; затраты на эксплуатацию автотранспорта; коэффициент выпуска парка или число дней в работе на 1 автомобиль за год; среднесуточный пробег.

Кроме основных показателей, можно использовать систему дополнительных. Это коэффициент технической готовности, использования грузоподъемности и др.

Величина хозрасчетных показателей определяется, в следующем порядке. Объем перевозок в тоннах определяется исходя из потребности предприятия во внутрихозяйственных перевозках. Исходя из прогрессивных норм выработки подвижного состава и погрузочно-разгрузочной техники, определяется провозная способность имеющегося парка транспортных средств, после чего учитывается уровень обеспеченности предприятия в собственном транспорте. Недостаток покрывается за счет привлеченного автотранспорта.

Затраты на перевозку рассчитываются, исходя из себестоимости перевозок по статьям затрат (основная и дополнительная заработная плата, расходы на топливо и смазочные материалы, техническое обслуживание и ремонт подвижного состава, амортизацию техники и автопокрышек, а также общепроизводственные расходы) и объем запланированной транспортной работы.

Коэффициент выпуска парка устанавливается, исходя из неравномерности грузопотока на данном предприятии. При этом учитываются потребность в перевозках грузов за каждый месяц прошлого года, величина коэффициента технической готовности подвижного состава, уровень обеспеченности автопарка подменными водителями [4].

Объемы погрузочно-разгрузочных работ планируются аналогично объемам перевозок. С определением величины хозрасчетных показателей работы транспортного подразделения устанавливается материальная ответственность за их выполнение. Это материальная ответственность за принятые обязательства на уровне транспортного подразделения; материальное стимулирование труда водителей; система материального

стимулирования труда инженерно-технического персонала транс-портной службы.

В условиях внутрихозяйственного расчета невозможно сопоставить результаты хозяйствования одного транспортного подразделения с результатами работы на других предприятиях отрасли. Поэтому применение принципа самоокупаемости затрат на выполнение перевозок в условиях хозяйственного расчета транспортных подразделений предприятий АПК имеет специфические черты.

Наиболее распространенной формой установления материальной ответственности за выполнение принятых обязательств для коллектива автогаража хозяйства является система премирования по итогам работы за год. Такой порядок в определенной мере заинтересовывает в выполнении хозрасчетного задания как весь коллектив работников автогаража, так и каждого водителя. Однако вследствие большой периодичности премирования и незначительной доли суммы премии (2-5% годового фонда оплаты труда работников автопарка) влияние такой формы материального стимулирования за конечные результаты работы гаража мало ощутимы. Более эффективной системой материального стимулирования коллектива автопарка в хозяйствах является чековая система.

Материальное стимулирование труда водителей в условиях развития хозяйственного расчета автопарка следует увязывать с конечными результатами труда обслуживаемого подразделения хозяйства. Основными направлениями совершенствования материального стимулирования труда водителей является применение коэффициентов качества и трудового участия.

Эффективность хозяйственного расчета в транспортных подразделениях предприятий АПК в большой мере зависит и от уровня развития системы материального стимулирования труда инженерно-технических работников автопарка. В настоящее время на большинстве предприятий АПК материальное стимулирование труда инженерно-технических работников зависит только от конечных результатов работы коллектива всего предприятия. Такой подход имеет и существенные недостатки, так как не исключает премирования руководства автохозяйства и при невысоком уровне транспортного обслуживания производства. С другой стороны, и при достаточно высоком уровне работы автопарка вследствие независящих от них причин инженерно-технические работники могут не премироваться.

На предприятиях АПК, где транспортные подразделения выполняют широкий круг услуг, а также где контроль за выполнением качества значительно затруднен, следует применять более сложную систему материального поощрения - за общие итоги работы предприятия (30-40% суммы), за выполнение основных плановых показателей транспортного подразделения (30-40%) и за достижение качественных показателей при выполнении отдельных, особо оговоренных в плане перевозок (20-40%) [5].

Вместе с тем премирование не должно рассматриваться как разовое мероприятие. Эффективность материального поощрения возрастает при плановом его характере, гласности основных положений системы поощрения, полной ясности в ее условиях, обязательности и своевременности выплаты премий.

Установление действенного внутрихозяйственного расчета работы автопарка в хозяйствах находится в тесной зависимости от степени оперативно-хозяйственной самостоятельности транспортного подразделения. Рост требований к качеству выполнения транспортных работ неразрывно связан с расширением прав и обязанностей коллектива автопарка, совершенствованием структуры управления транспортной службой хозяйства.

Развитие внутрихозяйственного расчета автохозяйства в целом включает последовательное решение следующих вопросов: оптимизации численности подвижного состава и водителей, организации оплаты и материального стимулирования труда водителей в зависимости от достижений высоких конечных результатов работы всего хозяйства, совершенствования системы внутрихозяйственных взаимоотношений.

В решении задач по ускоренному развитию отраслей агропромышленного комплекса значительное место принадлежит совершенствованию экономических взаимоотношений между транспортными организациями и обслуживаемыми ими предприятиями АПК. Основой совершенствования этих взаимоотношений

является сочетание их экономических интересов. В качестве критерия при этом принимается достижение конечной цели сельскохозяйственного производства - наиболее полное удовлетворение потребностей населения страны в продуктах питания, а промышленности - в сельскохозяйственном сырье при наименьших затратах на их производство. Поэтому показатели эффективности сочетания экономических интересов должны отражать конечные результаты сельскохозяйственного производства - объем произведенной продукции, производительность труда. Особое внимание должно уделяться качеству работы автохозяйств-своевременности и ритмичности перевозок, так как это непосредственно влияет «на эффективность производственных процессов на сельскохозяйственных предприятиях [5].

Взаимоотношения транспортных организаций и обслуживаемых предприятий агропромышленного комплекса в значительной мере зависят от перемещаемых грузов. Транспортное предприятие часто вовлекается во взаимоотношения грузоотправителей и грузополучателей. В процессе осуществления внехозяйственных перевозок грузов транспортные предприятия экономически наиболее тесно связаны с заказчиком транспорта, в то время как с другими участниками транспортного процесса эта связь носит косвенный характер, поскольку расчеты за транспортные услуги производит только заказчик транспорта. Увязка интересов грузоотправителя, транспортной организации и грузополучателя в целом возложена на договорную систему централизованных перевозок. Основным правовым документом ее является договор, в котором указывают объемы перевозок и сроки их выполнения, здесь же оговариваются права и обязанности сторон, санкции, обеспечивающие выполнение взятых обязательств. Недостатком договоров является то, что они заключаются только между транспортной организацией и заказчиком транспорта или его ответственным представителем - транспортно-экспедиционным агентством. Другие стороны, являясь активными участниками перевозок, в заключении договора участия не принимают. Таким образом, уже при заключении договоров отсутствует согласованность действий между основными участниками транспортного процесса.

Эффективность транспортного обслуживания предприятий АПК в большой мере зависит от организации транспортных работ, то есть применяемой организационной формы перевозок. Вместе с тем тарифами на перевозку грузов автомобильным транспортом, кроме исключительных тарифов при расчетах за выполненные автоуслуги, не учитывается организация перевозок. Так, высокоэффективной формой перевозок сахарной свеклы является ее доставка большегрузными автоприцепами. Однако применение их часто требует отцепки от автомобилей и буксировки к уборочному агрегату или свеклопогрузчику по взрыхленному полю трактором. Транспортная организация при этом за счет использования в сцепе с автомобилем большегрузного прицепа получает дополнительную прибыль, хозяйства, напротив, несет дополнительные затраты по эксплуатации трактора-тягача, поскольку сахарный завод оплачивает перевозку только автотранспортом. В целом же перевозка свеклы большегрузными автопоездами более эффективна, чем одиночными автомобилями.

Качество транспортного обслуживания сельского хозяйства и других отраслей АПК в значительной мере зависит от степени единства экономических интересов транспорта и промышленных отраслей, производящих транспортные средства, а также организаций, осуществляющих материально-техническое снабжение сельскохозяйственных предприятий. Следует отметить, что взаимоотношения транспорта с автомобильной промышленностью в большой мере усложняются отсутствием прямых экономических связей. Это приводит к тому, что то агропромышленному комплексу более две третьих подвижного состава автотранспорта поставляется универсального типа, как любой другой отрасли народного хозяйства. Поэтому целесообразно более подробно рассмотреть экономические интересы транспорта в системе взаимоотношений «транспорт АПК - торгующие и снабженческие организации - отрасли транспортной промышленности».

Данной системе взаимоотношений присущ экономический интерес, обусловливающий наиболее полное удовлетворение потребностей агропромышленного комплекса страны в перевозках при наименьших затратах на их выполнение. Единство экономических интересов обеспечивается наличием разнообразных форм

собственности на средства производства и достигается на практике путем применения прогрессивных методов планирования производства, экономически обоснованных методов управления и стимулирования труда.

Отметим, что в отдельных случаях экономические интересы партнеров могут несколько отклоняться от общесистемных. Это следует рассматривать как результат недостаточной гибкости в межотраслевом планировании, ошибок в ценообразовании и других аспектах организации производственной деятельности [4].

Определяя экономические интересы сторон, можно отметить, что в качестве главной отрасли должна выступать та, которая формирует конечный результат производства. В нашем случае-это отрасль, непосредственно обслуживающая сельскохозяйственное производство.

Экономические интересы транспорта АПК по отношению к транспортной промышленности могут быть определены как закупка подвижного состава и запасных частей к нему, наиболее полно отвечающего условиям использования в сельском хозяйстве и других отраслях АПК, обеспечивающего наименьшие затраты на выполнение перевозок и неуклонный рост производительности труда на транспортных работах.

Экономические интересы транспортной промышленности заключаются в производстве подвижного состава и определенной доли запасных частей к нему установленной номенклатуры с минимальными затратами. Торгующие и снабженческие организации экономически заинтересованы в выполнении плана поставок транспортной техники АПК с наименьшими затратами. Таким образом, все три стороны экономически заинтересованы в выполнении плана производства и реализации транспортной техники для АПК установленной номенклатуры.

Таким образом, система взаимоотношений транспорта АПК, торгующих и снабженческих организаций, а также отраслей транспортной промышленности нуждается в дальнейшем совершенствовании. Прежде всего необходима тесная увязка экономических интересов основных сторон путем дальнейшего совершенствования системы ценообразования на транспортные средства. В основу цены должна быть положена величина затрат на производство и потребительская стоимость транспортного средства. Последнее призвано отражать степень специализации транспортного средства, соответствие его технических параметров условиям сельскохозяйственного производства. При этом цены на транспортные средства должны соответствовать их производительности. Аналогичным требованиям должен отвечать и порядок установления поощрительной надбавки к цене на новые образцы автомобилей сельскохозяйственного назначения.

Нуждается в совершенствовании и организация поставок подвижного состава. Дехканским хозяйствам и другим предприятиям АПК поставки транспортных средств необходимо производить на основании заявок хозяйств определенной марки и модели. При этом следует установить материальную ответственность торгующих и снабженческих организаций, а также заводов транспортной промышленности за своевременность и качество поставок подвижного состава и основных видов запасных частей. Интересы развития АПК требуют, чтобы его транспорт в экономическом смысле стал равноправным партнером в системе «транспорт АПК-торгующие и снабженческие организации-транспортная промышленность» [4].

На повышение эффективности транспортного обслуживания АПК влияет дальнейшее совершенствование взаимоотношений между транспортом и авторемонтными предприятиями путем установления материальной ответственности за работоспособность капитально отремонтированного подвижного состава и агрегатов. С этой целью необходимо ввести хозяйствам АПК порядок компенсации за вынужденный простой транспортных средств 3 период проведения дополнительного ремонта ранее капитально отремонтированных узлов и агрегатов. При этом сумма компенсации должна включать не только транспортные затраты, но и часть убытков, понесенных сельскохозяйственным производством из-за неудовлетворительной работы капитально отремонтированного подвижного состава. Для заинтересованности авторемонтных заводов в повышении качества выполняемых работ целесообразно величину оплаты за капитальный ремонт дифференцировать по степени износа автомобиля и его основных узлов и агрегатов.

Внедрение предлагаемого комплекса экономических мер позволит- повысить

эффективность работы транспорта, улучшить транспортное обслуживание сельского хозяйства и других отраслей АПК.

Литература:

1. Кабинов В.А. Проблемы совершенствования системы транспортного обслуживания сельскохозяйственных районов Таджикской ССР в условиях формирования агропромышленного комплекса: Дисс. ... канд. экон. наук. – Душанбе: 1986г. - 145с.

2. Нечаев В. И., Парамонов П. Ф., Бершицкий Ю. И. Организация производства и предпринимательство в АПК/ Под общ. ред. Ф. Парамонова. 2-е изд., испр. И доп. - СПб.: Издательство «Лань», 2016. С.-226.

3. Раджабов А.А. Методика определения доли сельской местности при перевозках грузов и пассажиров автомобильным транспортом/Раджабов А.А.//Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования.-2018, №2(42), стр. 90.

4. Пириев Дж.С. Концепция аграрной политики Республики Таджикистан. Душанбе. 2009.-211с.

5.Самыгин Д.Ю., Барышников Н.Г. Диагностика развития сельского хозяйства региона: состояние, тенденции, прогноз: Монография. — М.: ИНФРА-М, 2017. – 140 с.

БЕҲТАРГАРДОНӢ ВА ТАШАККУЛИ МЕХАНИЗМҲОИ ХОҶАГИДОРИИ НАҚЛИЁТӢ ДАР МИНТАҚАИ ДЕҲОТ

А.А. Раҷабов, М.Г. Бобоев, А.А. Раҷабов

Самаранокии истифодаи парки автомобилӣ дар хоҷагии қишлоқ аз ҳама бештар аз ҳолати техникии автомобилҳо ва омодагии онҳо ҷиҳати иҷрои кор дар хати сафар вобастагӣ дорад. Ба ин ҳолат беҳдошти хизматрасониҳои техникӣ ва таъмири автомобилҳо, ҷоринамоии усулҳои саноатии таъмир имкон фароҳам меорад. Нақши муҳимро тадбирҳои беҳдоштии кори хадамоти истифодабарии муассисаҳои нақлиёти автомобилӣ мебозад. Пеш аз ҳама ҷорӣ намудани ташкили илмии меҳнат ҳангоми ташкили барориши таркиби ҳаракаткунанда ба хати сафар, беҳдошти назорати фаврии кори автомобилҳо дар хати сафар, таъмини нуқтаҳои танзимгарии бо воситаҳои зарурии алоқа, беҳдошти баҳисобгирии фаврӣ, таҳлил ва омода сохтани ҳисоботи корхонаҳои нақлиётӣ муҳим ҳисобида мешавад.

Калимаҳои калидӣ: хоҷагиҳои нақлиётӣ, ҳаҷми боркашонӣ, интиқолдиҳӣ, механизми хоҷагидорӣ, бор, минтақаи деҳот, хоҷагиҳои деҳқонӣ.

IMPROVEMENT AND OPERATION OF MECHANISMS OF TRANSPORT ECONOMY IN RURAL AREAS

A.A. Radjabov, M.G. Boboev, A.A. Radjabov

The efficiency of the use of the fleet in agriculture depends largely on the technical condition of the cars and the readiness to perform work on the line. This is facilitated by the improvement of vehicle maintenance and repair, the introduction of industrial repair methods. Important role should be played by measures to improve the operation of the operation service in the fleets, primarily by introducing the scientific organization of labor in organizing the production of rolling stock to the line, improving operational control over the operation of vehicles on the line, providing dispatcher facilities with the necessary means of communication, improving operational accounting, analysis and reporting in transport organizations.

Key words: transport facilities, traffic volume, delivery, economic mechanism, cargo, rural territory, dekhkan farms.

Сведения об авторах:

Раджабов Абдухалим Абдурахимович – старший преподователь кафедры “Организация перевозок и управление на транспорте” Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими. Конт.инф.: Тел. 918-70-99-04 e-mail: raa_16.12.78@mail.ru

Бобоев Музафар Гадоевич – ст. преп. кафедры “Организация перевозок и управление на транспорте” Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими.

Раджабов Абдусалим Абдурахимович – ст. преп. кафедры “Наклиёт” Технического колледжа Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими. Конт.инф.: Тел. 934-15-60-34.

УДК 629.114

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РАСХОД ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГОРЬЯ

А.М.Умирзоков, К.Т. Мамбеталин*, С.С. Сайдуллозода*,
А.А. Саибов, А.Х. Абаев**, А. Л. Бердиев.
Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими, г. Душанбе, Республика Таджикистан,
** Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, РФ,*
***Горский государственный аграрный университет, г. Владикавказ, РФ*

В данной статье рассмотрена классификация факторов, влияющих на расход запасных частей при эксплуатации автомобилей в условиях высокогорья. Анализирован расход запасных частей в условиях высокогорья для автомобилей китайского производства марки Донг-фенг и автомобилей марки МАЗ. В результате обработки данных по расходу запасных частей построены графики распределения запасных частей по системам и агрегатам автомобиля.

Ключевые слова: *грузовые автомобили, условия высокогорья, расход запасных частей, надежность системы ВАДС, ТО и ТР.*

Условия эксплуатации автомобилей в горных и высокогорных регионах Республики Таджикистан можно отнести к суровым и экстремальным [1]. Без того сложная система ВАДС в условиях высокогорья становится ещё более сложной. Факторы, влияющие на надежность системы ВАДС в условиях высокогорья, в том числе на расход запасных частей, по структуре и составу отличаются от факторов, влияющих на надежность системы ВАДС и расход запасных частей в равнинных условиях [2].

Считается, что из всего наименования изделий и материалов, необходимых для поддержания автомобилей в работоспособном состоянии в равнинных условиях, около 70% приходится на запасные части. Не проводились специальные исследования для определения процентного соотношения необходимого наименования запасных частей для поддержания грузовых и большегрузных автомобилей в сложных горных и высокогорных условиях эксплуатации, а также не уточнены доминирующие факторы, влияющие на расход запасных частей при эксплуатации автомобилей в условиях высокогорья. Расход запасных частей и ремонтных материалов являются одним из важных характеристик, по которым косвенно можно определить показатели надежности автомобиля, как наиболее уязвимого компонента системы ВАДС.

Все факторы, влияющие на расход запасных частей и ремонтных материалов можно классифицировать на четыре большие группы: структура подвижного состава, условия эксплуатации, организация ТО и ремонта, технология ТО и ремонта (рис.1). Далее классификация существенных факторов, влияющих на расход запасных частей и ремонтных материалов, составлена преимущественно для грузовых автомобилей, эксплуатируемых в условиях высокогорья.

В качестве объекта исследований были выбраны автомобили китайского производства марки Dong Feng (Донг Фенг) и автомобили марки МАЗ.

Для установления нормы расхода запасных частей для названных грузовых автомобилей, эксплуатируемых на строительстве горных и высокогорных гидротехнических сооружений, целесообразным считается сгруппировать расход запасных частей по следующим агрегатам, системам и сборочным единицам: 1 - двигатель внутреннего сгорания; 2 – тормозная система; 3 – система питания; 4 – осветительные лампы; 5 – задний мост; 6 – электрооборудование автомобиля; 7 – передний мост; 8 – подвеска; 9 – гидравлическая система; 10 – автокамеры; 11 – подшипники; 12 – муфта сцепления; 13 - карданная передача; 14 - система управления; 15 - КПП; 16 –другие.

Для обеспечения точности нормирования расхода запасных частей были анализированы свыше 11500 сведений о замене отказавших агрегатов, сборочных единиц и деталей запасными частями в автомобилях марок Донг фенг и МАЗ в течение 9 месяцев на основании данных, приведенных в лимитных картах конкретных автомобилей, эксплуатируемых на строительстве гидротехнического сооружения в горном регионе Республики Таджикистан.

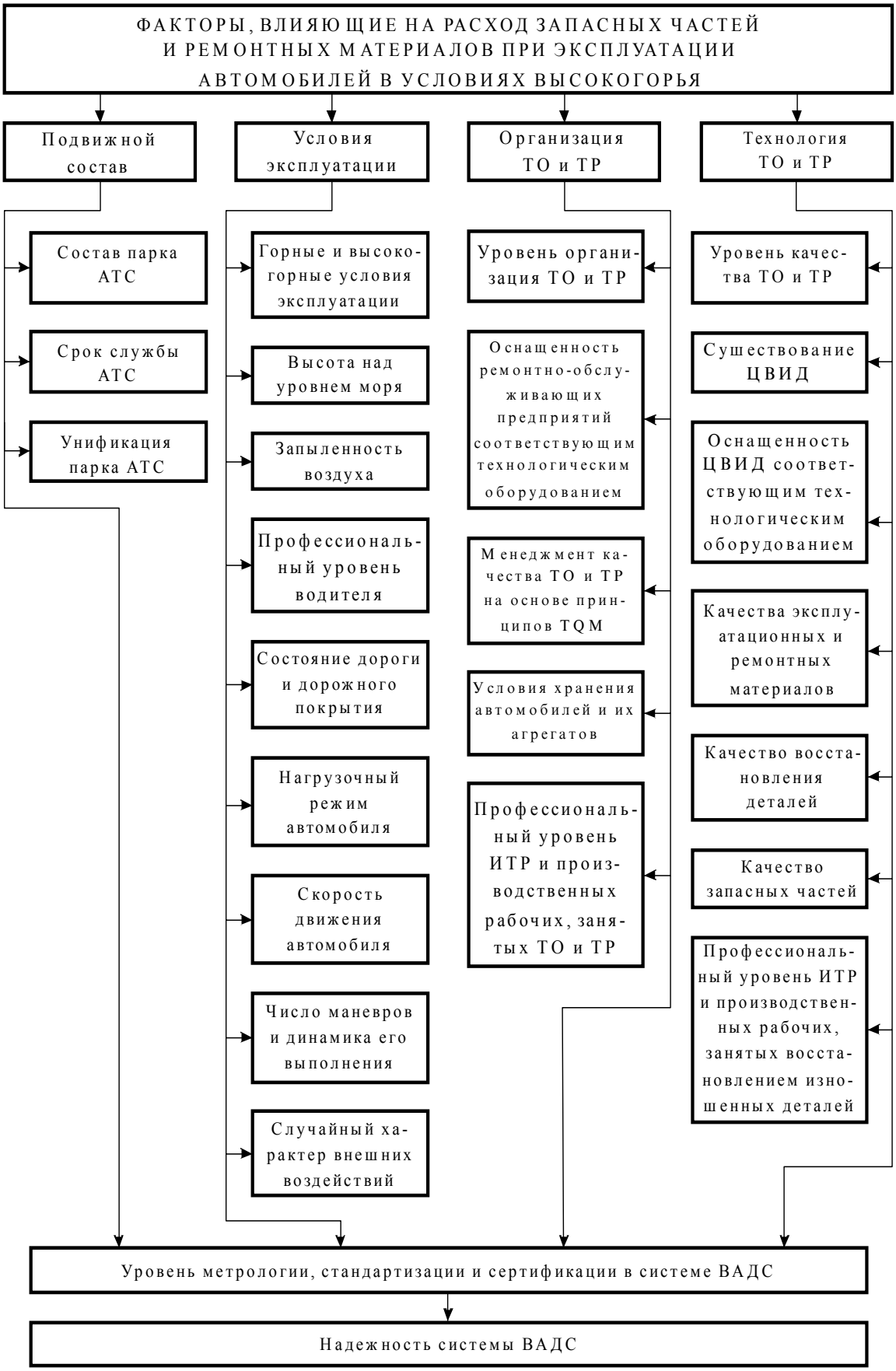
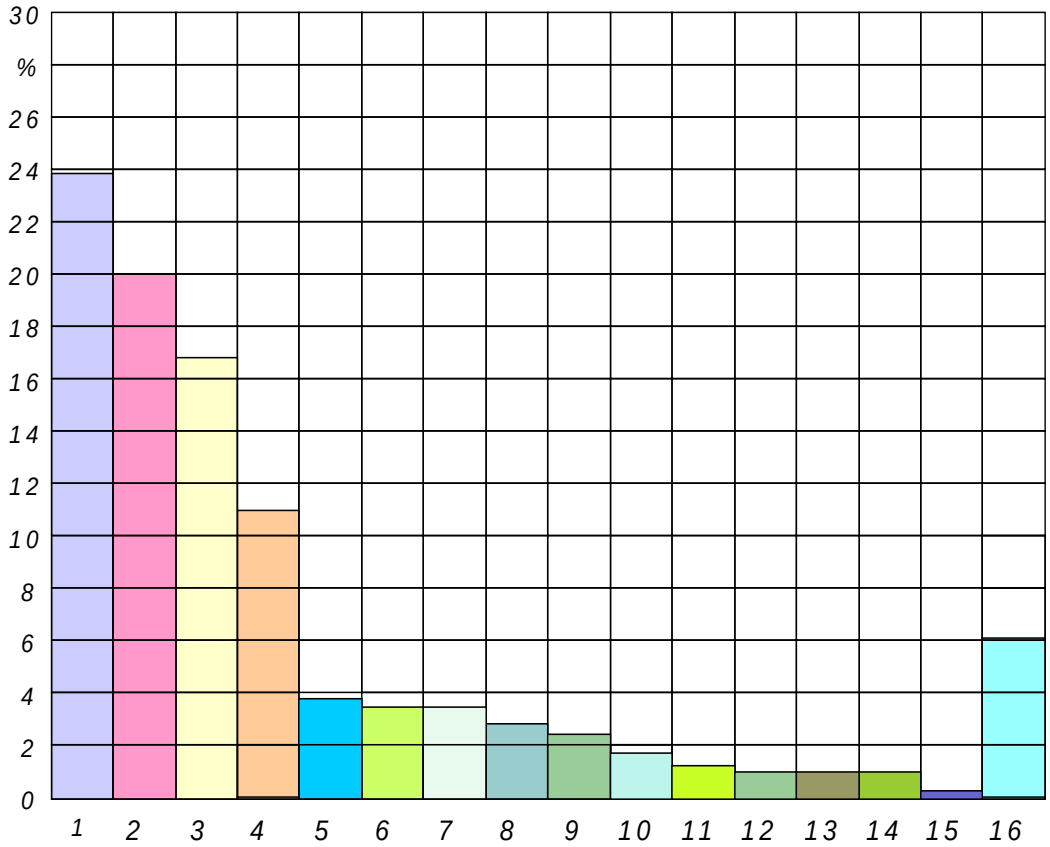
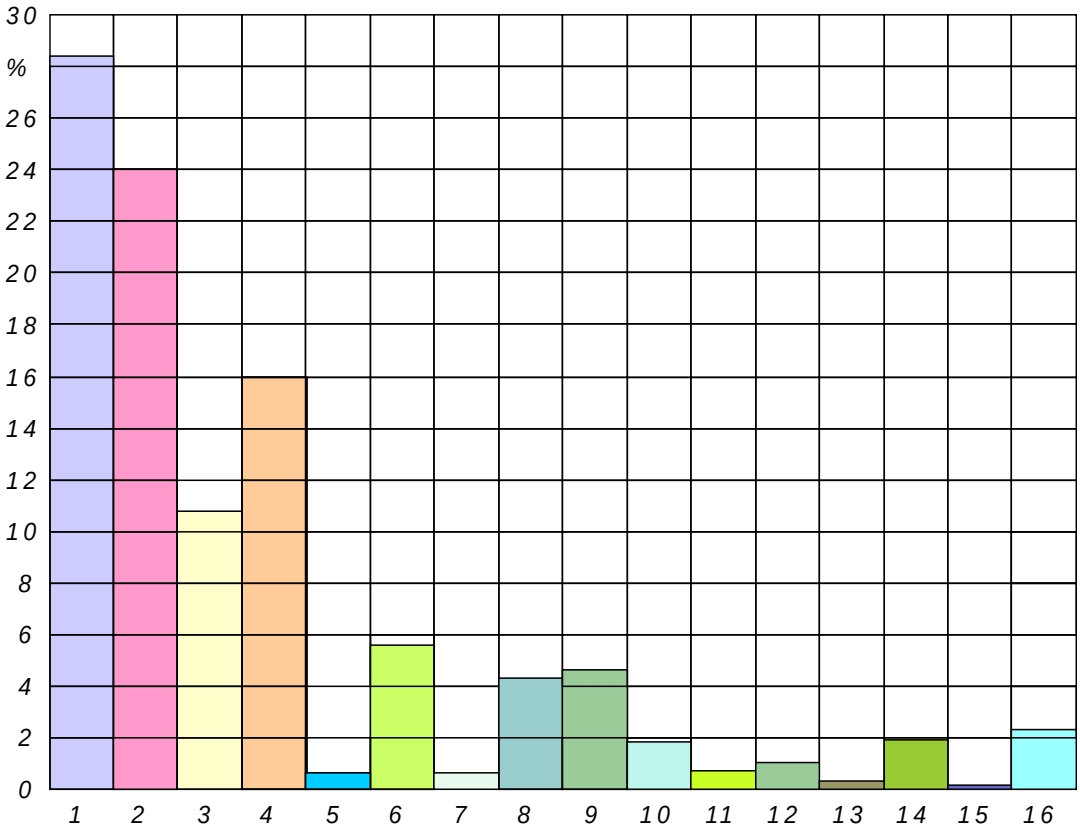


Рис.1 Классификация факторов, влияющих на расход запасных частей ремонтных материалов

В результате анализа данных о замене запасных частей построены графики распределения отказов в процентном отношении по соответствующим агрегатам, сборочным единицам и деталям автомобилей марок Донг фенг и МАЗ (рис. 2).



а)



б)

Рис 2. Распределение потребления запасных частей в АТП, %:
а – для автомобилей марки Донг фенг; б – для автомобилей марки МАЗ.

Потребность в запасных частях для: 1– ДВС; 2 – тормозная система; 3 – система подачи топлива; 4 – осветительные лампы; 5 – задний мост; 6 – электрооборудование

автомобиля; 7 – передний мост; 8 – подвеска; 9 – гидравлическая система; 10 – автокамера; 11 – подшипники; 12 – муфта сцепления; 13 – карданная передача; 14 – система управления; 15 – КПП; 16 – другие запасные части.

Как видно из графиков, приведенных на рис. 2, наибольшее число замен запасных частей приходится на ДВС. На основе исследований установлено, что процентное соотношение замены отказавшихся агрегатов, сборочных единиц и деталей для автомобилей марок Донг фенг и МАЗ составляют, соответственно, от 23.8 до 28,4 %. Для названных марок автомобилей общий процент замены отказавшихся агрегатов, сборочных единиц и деталей ДВС и системы питания составляют, соответственно, 40,6 и 39,2%.

В горных условиях эксплуатации грузовых автомобилей процентное соотношение замены отказавшихся агрегатов, сборочных единиц и деталей существенно отличаются от общепринятых норм, установленных для легковых автомобилей, эксплуатируемых на равнинных условиях, близких к нулевой отметке высоты над уровнем моря [3].

Наиболее уязвимым следом за ДВС при эксплуатации грузовых автомобилей марок Донг фенг и МАЗ на строительстве гидротехнических сооружений в горных условиях Республики Таджикистан считается тормозная система. Процентное соотношение (доля) замены запасных частей, относящихся к тормозной системе для грузовых автомобилей марок Донг фенг и МАЗ чрезвычайно высоки и составляют, соответственно 20,0 и 24,0 %. Из всего наименования деталей тормозной системы наибольшее число замен приходится на тормозные колодки. Причиной тому считается сложные эксплуатационные, природно–климатические и дорожные условия, большое удельное число маневров и чрезмерная их динамичность, а также нагрузочный режим, обычно, превышающий номинальную грузоподъёмность автомобиля и т. д.

Другим важным фактором, влияющим на расход запасных частей в условиях эксплуатации автомобилей на строительстве гидротехнических сооружений в горных и высокогорных регионах Республики Таджикистан, можно считать отказы, связанные с системой питания. Большое количество отказов в системе питания связаны с герметизирующими медными шайбами. К не менее важным факторам, влияющим на интенсивность отказов в системе питания ДВС можно отнести также высокий уровень пыльности воздуха, суровость климатических условий, а иногда и низкое качество запасных частей и. т. д.

Относительно высокая интенсивность отказов осветительных ламп обусловлено тем, что горные регионы характеризуются более короткой продолжительностью светового дня и длительной эксплуатацией автомобилей в темное время суток. Однако существенным фактором, влияюшим на интенсивность отказов осветительных лапм, приобретаемых в качестве запасных частей, можно считать их низкое качество.

Вывод. На основе анализа данных можно сделать вывод о том, что для условий эксплуатации автомобилей на строительстве гидротехнических сооружений в горных и высокогорных регионах Республики Таджикистан процентное соотношение отказов грузовых автомобилей существенно отличается от общепринятых. Большое количество отказов, наряду с ДВС, приходится на тормозную систему, систему питания и на осветительные лампы, что определяется суровостью и чрезмерным динамизмом условий эксплуатации. Результаты анализа данных по расходу запасных частей могут быть использованы при уточнении норм расхода запасных частей для конкретных условий эксплуатации автомобилей.

Литература:

1.Турсунов А.А. Управление работоспособностью автомобилей в горных условиях эксплуатации. –Душанбе: Ирфон, 2003 г. -356 с.

2.Турсунов А.А., Умирзоков А.М. Применение SADT-моделирования в решении задач технической эксплуатации транспортных средств в горных условиях. Научный вестник МГТУ ГА. № 147. 2009 г. стр. 65-71.

3.Оценка эффективности эксплуатации автомобилей в условиях высокогорья республики Таджикистан/Умирзоков А.М., Саибов А.А., Мажитов Б. Ж., Бердиев А.Л., Турсунов Ф. А.// Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств**:** материалы XVIII Международной научно-практической конференции 24 - 25 ноября 2016 г., г. Владимир, Владимирский государственный университет

имени А. Г. и Н. Г. Столетовых. - Владимир: Аркаим, 2016. - 336 с.

ОМИЛҲОИ БА САРФИ ҚИСМҲОИ ЭҲТИЁТӢ ДАР ШАРОИТИ БАЛАНДКӮҲ ТАЪСИРКУНАНДА

А.М. Умирзоқов, К.Т. Мамбеталин, С.С. Сайдуллозода, А.А. Саибов, А.Х. Абаев, А.Л. Бердиев

Дар мақолаи мазкур таснифоти омилҳое, ки ба сарфи қисмҳои эҳтиётӣ ҳангоми истифодабарии автомобилҳо дар шароити баландкӯҳ таъсир мекунанд, баррасӣ гардидааст. Сарфи қисмҳои эҳтиётӣ дар шароити баландкӯҳ барои автомобилҳои истеҳсоли чинии тамғаи Донг-фенг ва тамғаи МАЗ таҳлил шудааст. Дар натиҷаи коркарди маълумот доир ба сарфи қисмҳои эҳтиётӣ графики тақсими қисмҳои эҳтиётӣ мувофиқи система ва аграгатҳои автомобил сохта шудааст.

Калимаҳои калидӣ: автомобилҳои боркаш, шароити баландкӯҳ, сарфи қисмҳои эҳтиётӣ, эътимоднокии системаи РАРМ, НТ ва ТҶ.

FACTORS INFLUENCING THE CONSUMPTION OF SPARE PARTS IN HIGH-ALTITUDE CONDITIONS

A.M. Umirzokov, K.T. Mambetalin, S.S. Saydullozoda, A.A. Saibov, A.H. Abaev, A.L. Berdiyev

This article discusses the classification of factors affecting the consumption of spare parts when operating vehicles in high altitude conditions. Analyzed the consumption of spare parts in the high mountains for Chinese-made Dong-Feng cars and MAZ cars. As a result of processing data on the consumption of spare parts, graphs of the distribution of spare parts by systems and aggregates of the car were built.

Key words: trucks, conditions of high mountains, consumption of spare parts, reliability of the VADS system, MOT and TR.

Сведения об авторах:

Умирзоков Ахмад Маллабоевич – 1959 г.р., окончил (1983г.) Таджикский аграрный университет по специальности «Механизация сельского хозяйства», к.т.н., доцент кафедры «Физика твердых тел» ТНУ, автор более 75 научных статей. (E-mail: ahmad.umirzokov@mail.ru).

Мамбеталин Кахим Токушевич – 1951 г.р., окончил (1973г.) Челябинский институт механизации и электрификации сельского хозяйства по специальности «Механизация сельского хозяйства», д.т.н. профессор кафедры «Колесные и гусеничные машины» ТНУ, автор более 50 научных статей. (E-mail: kahim2010@mail.ru).

Сайдуллозода Сайвали Сайдулло – 1986 г.р., окончил (2009) Таджикский технический университет по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство», аспирант кафедры «Колесные и гусеничные машины» ТНУ, автор 11 научных статей. (E-mail: saivali.saidullo@mail.ru).

Саибов Абдуназар Алиевич – 1952 г.р., окончил (1974г.) Таджикский аграрный университет по специальности «Механизация сельского хозяйства», к.т.н., доцент кафедры «Физика твердых тел» ТНУ, автор более 85 научных работ. (E-mail: nazar-009@mail.ru).

Абаев Александр Хасанович – 1959 г.р., окончил (1981) Горский государственный аграрный университет по специальности «Механизация сельского хозяйства», к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Ремонт машин и технология металлов» ГГАУ. Автор более 70 научных трудов. (E-mail: al.abaev@yandex.ru).

Бердиев Алишер Лукмонович – 1984г.р., окончил (2006г.) Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство», ст. препод. кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта» ТТУ имени академика М.С. Осими, автор 30 научных статей 3 изобретений. (E-mail: alik8405@mail.ru).

УДК 629.114

КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМЫ ВАДС

А.М.Умирзоков, *К.Т. Мамбеталин*, С.С. Сайдуллозода*, А.А. Саибов, А.Х. Абаев, А. Л Бердиев***

Таджикский технический университет им. акад. М. С. Осими, г. Душанбе, РТ;
** Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, РФ;*
***Горский государственный аграрный университет, г. Владикавказ, РФ*

В данной статье рассмотрены классификация системы ВАДС, структура системы ВАДС, отношения и связи между элементами системы ВАДС. Также рассмотрены свойство организации и оценка энтропии в системе ВАДС. Уделено

внимание повышению эффективности и надежности отдельных подсистем и их совокупности, образующих целостность и единство системы ВАДС.

Ключевые слова: *система ВАДС, классификация, надежность, эффективность.*

Любой объект исследования или объект любой природы можно рассматривать как совокупность элементов или отношений, закономерно связанных друг с другом в единое целое, которое обладает свойствами, отсутствующими у элементов или отношений их образующих [1].

«Система - есть способ решения проблемы». С этим определением системы нельзя не согласиться. Она бесспорно упрощает решение проблем, связанных с оценкой эффективности и надежности системы ВАДС, но при этом необходимо иметь достаточные и достоверные знания о структуре системы, об отношениях и связях между компонентами (элементами или подсистемами).

Предложено очень много определений системы. Тем не менее, среди них выбрать однозначно точное и совершенное определение системы, представляется задачей не из простых.

С другой стороны, систему можно определить следующим образом: система - это множество элементов с наиболее выраженными взаимными отношениями и закономерными взаимосвязями, составляющие единое целое.

Системы ВАДС – это большая и сложная система, состоящая из совокупности взаимодействующих живых и неживых, естественных и искусственных объектов различной природы, образующих определенную целостность и единство [2].

Бытует мнение о том, что понятие «система» – это средство борьбы со сложностью, способ найти простое в сложном. Подмечено верно, однако без определения свойств и признаков системы не представляется возможным найти простое решение сложной задачи. Следовательно, корректная и рациональная классификация системы является необходимой предпосылкой для оценки ее эффективности и надежности.

Классификация любой системы относительна. Не является исключением и система ВАДС, где одновременно могут иметь место естественные и искусственные, а также дискретные и аналоговые признаки отдельных ее элементов и процессов. В процессе уточнения свойств и признаков системы ВАДС выделены наиболее существенные и важные из них, способствующие упрощению создания адекватных и достоверных математических моделей, а также упрощению задач, связанных с повышением эффективности и надежности системы ВАДС (рис. 1).

Особенность системы ВАДС заключается в том, что ее можно рассматривать как в узком, так и в широком смысле. В узком смысле слова под системой ВАДС имеется в виду отношения и закономерные взаимосвязи между единичными компонентами, т.е. между отдельным водителем, автомобилем, участком дороги и средой [3]. В широком смысле речь идет об отношениях и закономерных взаимосвязях между большим числом водителей, потоком или парком автомобилей, сетью автомобильных дорог и средой.

Система ВАДС относится к категории больших систем. Большая система характеризуется размерами, объемом или масштабом. До сегодняшнего дня не существует однозначного и общепризнанного определения «большой» системы.

Некоторые исследователи в понятие «большой» вкладывают различные значения, далекие от словарного смысла этого слова. В словаре русского языка С.И. Ожегова приводятся следующие значения слова «большой»:

1. Значитель ный по размерам, по величине, силе.

2. Значительный, выдающийся: обладающий в высокой степени тем качеством, которое заключено в значении определяемого существительного

3.Взрослый (с точки зрения ребенка), а также (о ребенке) вышедший из младенческого возраста, подросший (разг.)

4. Многочисленный.

5. Появляющийся, находимый или производимый в большом количестве.

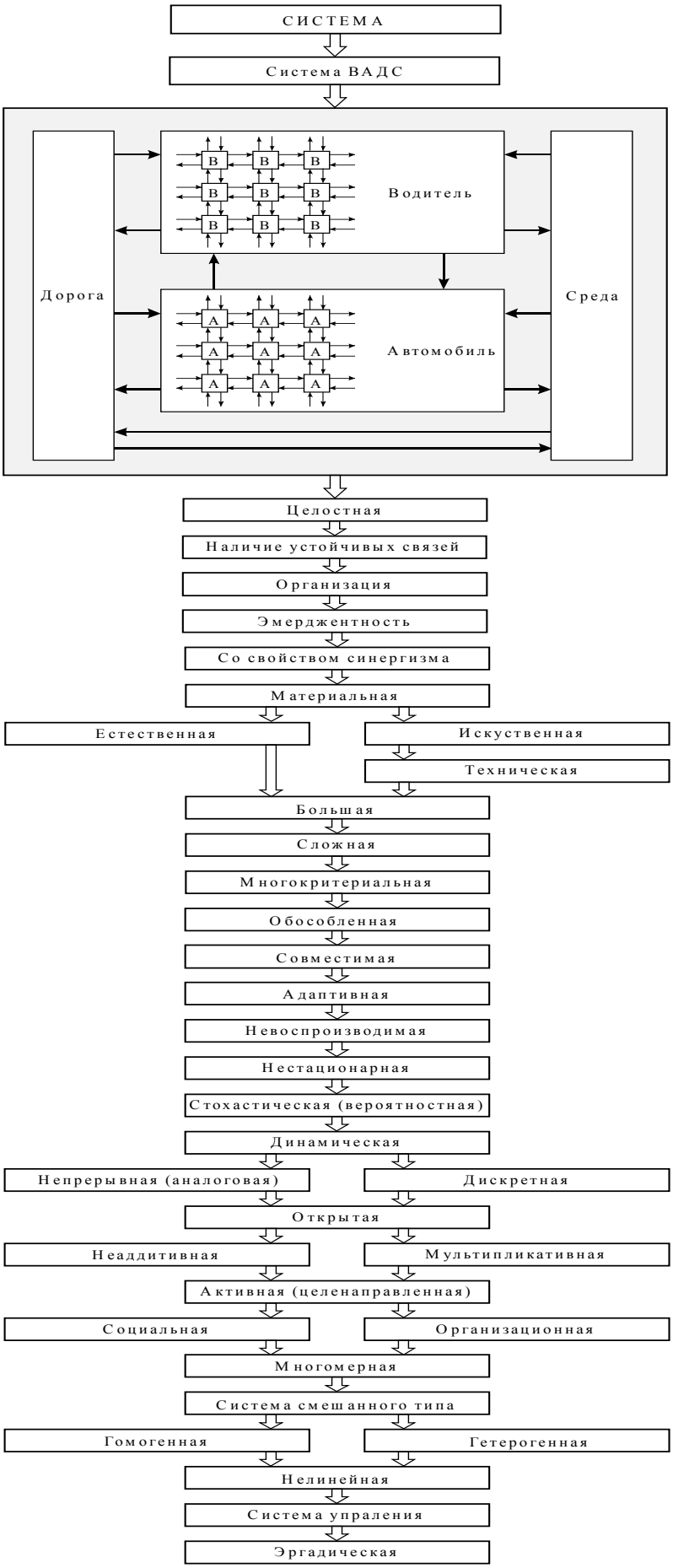


Рис. 1. Классификация системы ВАДС

Может быть, для исследования некоторых систем недостаточно словарных смыслов этого термина. Тогда, следовало бы назвать такие системы другим словом, адекватно охватывающим ее сути. Для исследования системы ВАДС достаточно словарного смысла этого слова.

Не обязательно, чтобы большая система была одновременно сложной. Большая система может быть сложной и простой.

Система ВАДС – система одновременно большая и сложная. Сложность системы ВАДС заключается в том, что она содержит неоднозначные отношения и закономерности взаимосвязи между ее элементами, система многокритериальная и процессы, протекающие в ней, имеют стохастический характер, сложно моделировать систему ВАДС. Систему ВАДС можно отнести к категории сложной из-за ее многомерности, многообразия природы элементов, связей, разнородности структуры, а также из-за того, что система функционирует в условиях существенной неопределенности воздействия среды. Ее сложность усугубляется случайным характером изменения ее показателей.

Любой объект исследования, чтобы его можно было считать системой, должен обладать четырьмя основными свойствами или признаками:

- целостностью и делимостью;
- наличием устойчивых связей;
- организацией;
- эмерджентностью.

Система ВАДС не является исключением из этого правила, ей в полной мере свойственны все эти четыре признака. Особо нужно отметить свойство организации в системе ВАДС, которое характеризуется наличием определенной координации, что проявляется в изменении энтропии (степени неопределенности или хаоса) системы.

В системе ВАДС, как и в любой другой системе, энтропия является важнейшим признаком, определяющим ее долговечность. В системе ВАДС, как и в любой другой системе, изменение энтропии подчиняется закону сохранения и преобразования энергии. Любой хаос в любой системе зависит от динамики преобразования энергии. Динамика преобразования энергии характеризуется модулем, направлением и местом преобразования энергии. Что же касается системы ВАДС, она тесно связана с преобразованием тепловой энергии в механическую и другие виды энергии, преобразованием механической энергии при маневрах, особенно, при ускорении, торможении и столкновении автомобиля и др. Следовательно, чем размеренно происходит преобразование энергии в элементах системы ВАДС или между ее элементами, тем выше надежность системы и ее эффективность. Уровень энтропии в системе ВАДС поддерживается своевременным и качественным проведением ТО и ремонта автомобиля, подготовкой и переподготовкой водителей, ремонтом и восстановлением дорог, оптимизацией организации дорожного движения.

В системе ВАДС почти всем входным и выходным параметрам свойственны стохастичность. Стохастичность надежности системы ВАДС формируется из вероятностного характера надежности каждого из ее компонентов. Особенно четко проявляется вероятностный характер надежности системы ВАДС в условиях эксплуатации большегрузных автомобилей в высокогорных регионах на автомобильных дорогах с гравийным покрытием. Среди элементов системы ВАДС подсистема «автомобиль» является доминирующим элементом, определяющим сложный стохастический характер системы в целом. Основным оценочным параметром уровня стохастичности выступают колебания тягового сопротивления автомобиля, которое обусловлено такими факторами как: неравномерность крутящего и тормозного моментов, а также скорости движения автомобиля, сложность рельефа местности, профиля дороги и состояние дорожного покрытия, случайность распределения нормальной нагрузки по осям и колесам автомобиля, а также частоты маневров и др.

Неаддитивность системы ВАДС проявляется в возникновении нового качества системы, которое появляется в результате интеграции отдельных элементов или подсистем в единое целое. Сумма эффектов от реализации отдельных элементов или подсистем не равна эффекту от реализации системы в целом. Эффект от системы ВАДС в целом больше, чем эффект от суммы эффектов отдельных элементов или подсистем.

Технологическая (материальная) система ВАДС –это совокупность автомобилей, технологического оборудования ТО и ремонта автомобилей,

технические средства организации дорожного движения, дорожно-строительных машин, современные приборы и оборудования, включая компьютерные и космические технологии, предназначенных для реализации операций по обеспечению эффективности дорожного движения.

Динамическая система - это система, которая под действием внешних и внутренних сил изменяет во времени свое состояние. Другими словами, если в системе состояний больше одного, или они могут изменяться во времени, сто она называется динамической. Следовательно, не вызывает сомнения утверждение о том, что система ВАДС относится к динамической, в которой важно характеризовать действие внешних и внутренних сил. Динамичность процессов, происходящих в системе ВАДС, характеризуется такими факторами как: модуль внешних воздействий и внутренних возмущений, их направления действия и точек приложения. Динамичность процессов характеризуется изменением отдельного фактора или сочетания различных факторов.

Система ВАДС относится к типу эргадических. Эргатической называется система, составным элементом которой является человек-оператор. Эргадичность системы ВАДС обусловлена водителем, который, управляя автомобилем, взаимодействует с дорогой и средой.

Системы подразделяются на одномерные и многомерные. Система, имеющая один вход и один выход, называется одномерной. Если входов или выходов больше одного — многомерной. Следовательно, система ВАДС относится к многомерной, точнее к многомерно-многомерной, так как у неё множество входов или выходов.

Системы бывают гомогенные, или однородные, и гетерогенные, или разнородные, а также смешанного типа. Систему ВАДС следует отнести к смешанному типу, так как у этой системы сочетаются частично гомогенные и преобладающие гетерогенные структурные элементы.

Нет ничего, что не подлежало бы систематизации и не принадлежало бы той или иной системе. Существуют великое многообразие систем, при изучении которых существенную помощь оказывает классификация. Классификация — это разделение совокупности объектов на классы по некоторым наиболее существенным признакам. При этом важно осознать, что классификация — это всего лишь модель реальности, поэтому к ней надо так и относиться, не требуя от нее абсолютной полноты. Не было и нет совершенной и исчерпывающей классификации системы, более того, на сегодня, окончательно не выработаны ее принципы. Система ВАДС не является исключением, не-смотря, на то, что она имеет исключительно важное государственное, народнохозяйственное, экономическое, экологическое и др. значения. Предлагаемая классификация нацелена на более простое решение столь важных и сложных задач, связанных, с оценкой эффективности и надежности системы ВАДС.

Литература:

1.Турсунов А.А. Управление работоспособностью автомобилей в горных условиях эксплуатации. –Душанбе: Ирфон, 2003 г. -356 с.

2.Еремин В.М. Концептуальная модель функционирования системы ВАДС как основа компьютерной имитации. САПР и ГИС автомобильных дорог №1(2), 2014. Стр. 90-93.

3.Оценка эффективности эксплуатации автомобилей в условиях высокогорья республики Таджикистан /Умирзоков А.М., Саибов А.А., Мажитов Б. Ж., Бердиев А.Л., Турсунов Ф. А.// Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств**:** материалы XVIII Международной научно-практической конференции 24 - 25 ноября 2016 г., г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А. Г. и Н. Г. Столетовых. - Владимир: Аркаим, 2016. - 336 с.

ТАСНИФОТИ СИСТЕМАИ РАРМ (ВАДС)

А.М. Умирзоқов, К.Т. Мамбеталин, С.С. Сайдуллозода, А.А. Саибов, А.Х. Абаев, А.Л. Бердиев

Дар мақолаи мазкур таснифоти системаи РАРМ (Ронанда-Автомобил-Роҳ-Муҳит), сохтори системаи РАРМ, муносибат ва робитаи байни элементҳои системаи РАРМ, инчунин хусусияти ташкил ва баҳодиҳии энтропӣ дар системаи РАРМ баррасӣ шудааст. Ба баландбардории самаранокӣ ва боэътимодии зерсистемаҳои алоҳида ва ҳамбастагии онҳо, ки яклухтии системаи РАРМ-ро ташкил медиҳад, аҳамият дода шудааст.

Калимаҳои калидӣ: системаи РАРМ, таснифот, эътимоднокӣ, самаранокӣ.

CLASSIFICATION OF WADS

A.M. Umirzokov, K.T. Mambetalin, S.S. Saydullozoda, A.A. Saibov, A.Kh. Abaev, A.L. Berdiyev

This article discusses the classification of the VATS system, the structure of the VATS system, relations and relationships between the elements of the VATS system. Also considered is the property of the organization and the assessment of entropy in the WADS system. Attention is paid to improving the efficiency and reliability of individual subsystems and their combination, forming the integrity and unity of the VADS system.

Key words: WADS system, classification, reliability, efficiency.

Сведения об авторах:

Умирзоков Ахмад Маллабоевич – 1959 г.р., окончил (1983г.) Таджикский аграрный университет по специальности «Механизация сельского хозяйства», к.т.н., доцент кафедры «Физика твердых тел» ТНУ, автор более 75 научных статей. (E-mail: ahmad.umirzokov@mail.ru).

Мамбеталин Кахим Токушевич – 1951 г.р., окончил (1973г.) Челябинский институт механизации и электрификации сельского хозяйства по специальности «Механизация сельского хозяйства», д.т.н. профессор кафедры «Колесные и гусеничные машины» ТНУ, автор более 50 научных статей. (E-mail: kahim2010@mail.ru).

Сайдуллозода Сайвали Сайдулло – 1986 г.р., окончил (2009) Таджикский технический университет по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство», аспирант кафедры «Колесные и гусеничные машины» ТНУ, автор 11 научных статей. (E-mail: saivali.saidullo@mail.ru).

Саибов Абдуназар Алиевич – 1952 г.р., окончил (1974г.) Таджикский аграрный университет по специальности «Механизация сельского хозяйства», к.т.н., доцент кафедры «Физика твердых тел» ТНУ, автор более 85 научных работ. (E-mail: nazar-009@mail.ru).

Абаев Александр Хасанович - 1959 г.р., окончил (1981) Горский государственный аграрный университет по специальности «Механизация сельского хозяйства», к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Ремонт машин и технология металлов» ГУАУ. Автор более 70 научных трудов. (E-mail: al.abaev@yandex.ru).

Бердиев Алишер Лукмонович – 1984г.р., окончил (2006г.) Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство», ст. препод. кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта» ТТУ имени академика М.С. Осими, автор 30 научных статей 3 изобретений. (E-mail: alik8405@mail.ru).

КИНЕМАТИЧЕСКОЕ И СИЛОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ПРИВОДА РАБОЧИХ ОРГАНОВ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН НА ОСНОВЕ НЕАССУРОВЫХ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

Б.Н Акрамов., Ф.М Аминов., И.А. Исматов

Таджикский технический университет имени акад. М.С. Осими

Все механизмы можно разделить на две большие группы – ассуровы механизмы и неассуровы механизмы. Ассуровы механизмы подчиняются классификации Ассура – Артоболевского и состоят из первичного механизма (состоит из одного звена, соединённого с неподвижным звеном парой 5-го класса, т.е. совершающим абсолютное движение) и стандартной группы Ассура. В неассуровых механизмах место первичного механизма занимает кинематическая цепь, в которой входное звено имеет не абсолютное, а относительное движение. Неассуровы механизмы широко распространены в дорожно - строительных машинах, вследствие ряда причин связанных с технологией дорожных и строительных работ. Все разработанные методы кинематического и силового исследования (и проектирования) механизмов разработаны только для ассуровых механизмов. В статье рассматривается применимость этих методов к неассуровым механизмам.

***Ключевые слова**: механизм, первичный механизм, стандартная группа Ассура, кинематическое и силовое исследование, гидроцилиндр, дорожно – строительные машины*

В настоящее время кинематическое и силовое исследование рычажных механизмов (эти механизмы состоят из звеньев типа рычаг и ползун, соединённых друг с другом

кинематическими парами 5-го класса – вращательной и поступательной) ведется на основе их структурной классификации по Ассуру – Артоболевскому. Согласно этой теории любой механизм состоит (или может быть разделен) из 2-х частей: первичный механизм (ПМ) и стандартная группа Ассура (СГА). ПМ имеет свое независимое движение (степень его свободы W=1) и бывает 2-х видов (в зависимости от вида двигателя): с поступательным или вращательным движением. СГА имеет класс, порядок и вид и характеризуется тем, что не имеет своего движения (степень его свободы W=0) и является статически определимой, т.е. при решении задач кинематического и силового исследования число неизвестных параметров равно числу условий связи, имеющих место быть между ними. Иначе говоря, для ГСА всегда можно определить закон движения и силовую нагрузку.

Наряду с этим существуют механизмы, которые не подходят под эту классификацию, т.е. их нельзя представить как совокупность ПМ и СГА. К ним относятся механизмы, где в качестве входного звена (источника движения в механизме) выступает силовой цилиндр (гидравлический или пневматический), в котором исходное (независимое) движение имеет характер относительного (а не абсолютного как в ПМ) движения. Это не позволяет применять для таких механизмов методы исследования, разработанные для ассуровых механизмов (АМ). Назовем эти механизмы неассуровыми (НАМ). НАМ имеют значительное распространение среди различных групп машин, но особенно много их в дорожно – строительных машинах. Это связано со следующими обстоятельствами:

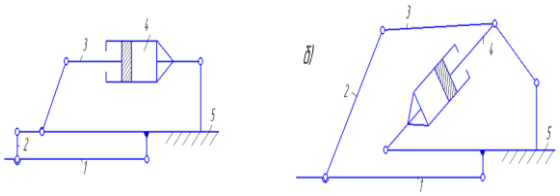
1) Дорожно – строительные машины (ДСМ) относятся (в большинстве) к мобильной технике (грейдеры, бульдозеры, автомобильные краны и т.д.), т.е. питание от стандартной электрической сети для них невозможно. Основной источник энергии для них – двигатели внутреннего сгорания (ДВС). Разумеется полностью отказаться от удобств предоставляемых электроэнергией (самая легко управляемая энергия) неразумно, поэтому некоторые машины имеют в своей структуре электрогенераторы, работающие от ДВС.

2) В некоторых особых условиях эксплуатации (например горные разработки, где возможно появление взрывоопасных газов) также применение электродвигателей нежелательно (искра может вызвать взрыв газа). В этих условиях также рекомендуется использование НАМ (пневматического типа).

3)Для ДСМ характерно использование больших усилий, причем в условиях их резко переменных нагрузок, что также ограничивает применение АМ. В этих условиях также рекомендуются НАМ (гидравлического типа).

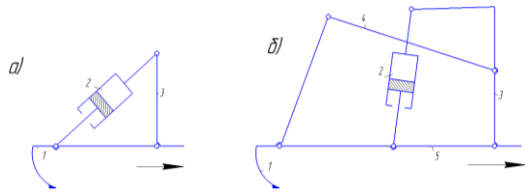
Ниже рассматриваются примеры применения НАМ в дорожно - строительных машинах [1].

В бульдозере НАМ применен в устройстве для управления отвалом – ножом.

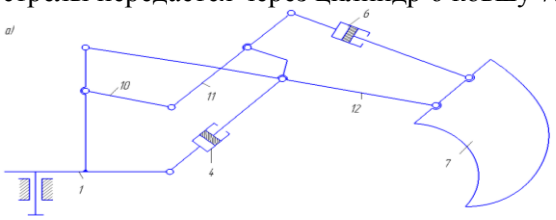


Отвал – нож установлен на поворотной раме 1, шарнирно соединённой с рамой 5 базовой машины (возможен как вариант трактор). Поднимается и опускается рама 1 посредством гидроцилиндров 4. Шток гидроцилиндра соединен с рамой 1 с помощью рычага 3 и тяги 2 (рисунок) или непосредственно через сферический шарнир. Отвал к поворотной раме 1 присоединен посредством промежуточного звена с двумя шарнирами, оси которых перекрещиваются и двух специальных тяг. Положение отвала в горизонтальной плоскости регулируется за счет изменения положения ползунов на направляющей раме 1. Наклон отвала обеспечивается регулированием длины специальных тяг. На рисунке показаны две возможные схемы.

В рыхлителе для разработки твердых грунтов (мерзлых) рабочее оборудование выполнено в виде зуба, соединённого шарнирно или посредством специального механизма с рамой тягача (две схемы). Зуб 1 шарнирно соединен с рамой 3. Зуб поднимается и опускается при внедрении в грунт гидроцилиндром 2 (схема а). На схеме «б» зуб 1 жестко соединен с шатуном 2-х коромыслового механизма (4 и 5 – коромысла). Такая подвеска зуба обеспечивает ориентирование граней зуба в пространстве, практически независимое от толщины слоя разрыхляемого грунта. Поднимается и опускается зуб гидроцилиндром 2, связанным с коромыслом 4.



В экскаваторе НАМ применяется для поддержания рабочего оборудования (ковш) и манипулирования им посредством гидроцилиндров. Гидропривод используется для обоих видов экскаваторов – экскаватора с «прямой лопатой» и экскаватора с «обратной лопатой». Рассмотрим экскаватор с «обратной лопатой», который применяется для разработки нижележащих слоев грунта (рабочего материала). Ковш 7 подвешен шарнирно на стреле 12. Привод стрелы осуществляется гидроцилиндром 4, а поворот ковша – гидроцилиндром 6. Движение штока гидроцилиндра 4 приводит к движению всех звеньев, поскольку звенья соединены в одну замкнутую многоконтурную кинематическую цепь. Стрела 12 вместе со звеньями 1, 10, 11 образует 2-х коромысловый механизм, поворот которого приводит в движение шатун 11. Поворот шатуна относительно стрелы передается через цилиндр 6 ковшу 7.



Также НАМ применяются во многих других дорожно-строительных машинах: гидравлические стреловые краны, различного типа погрузчики (контейнеров, универсальные, фронтальные), грейферные механизмы, корчеватели, скреперы, коммунальные машины для сбора мусора и т.п.

Рассмотрим возможность применения методов кинематического и силового исследования разработанных для АМ для исследования НАМ. Метод планов положений – не применим. Решать задачу о положениях звеньев лучше всего методом замкнутых векторных контуров, для которого роли не играет вид механизма – АМ или НАМ. Этот метод позволяет полностью решить задачу кинематики – определение скоростей и ускорений, расчет траекторий характерных точек механизма. Метод планов скоростей применим в специальной модификации, которую можно назвать метод ложных планов скорости. Начинаем построение с вектора относительной скорости (скорости движения поршня относительно цилиндра в гидравлической паре) и с помощью векторных уравнений движения (зависят от вида движения звена) выходим на скорости остальных звеньев механизма, получая при этом положение полюса плана скоростей механизма. Метод дает хорошие результаты (совпадение с результатами по методу замкнутых векторных контуров высокое). Метод планов ускорений теоретически допускает правильное решение (возможность построения) но ошибка результата довольно велика. Принцип построения аналогичен принципу построения плана скорости (метод ложных планов ускорений). Задача определения ошибки положения звеньев механизма (положения выходного звена) вполне решаема методами, разработанными для АМ – и аналитический способ на основе формулы Тейлора для малых величин, и метод преобразованного механизма и т.д. Это основано на том, что в основе аналитического способа лежит метод замкнутых векторных контуров, а получаемые при методе преобразованного механизма дополнительные механизмы являются АМ, т.е. для легко построить план малых перемещений (разновидность плана скоростей). Силовое исследование НАМ тоже не представляет больших трудностей при применении аналитического способа (основан на методе замкнутых векторных контуров). Если же пользоваться графоаналитическим способом силовых многоугольников, то уравнения статического равновесия имеют тот же вид и легко решаются. При силовом анализе по методу жесткого рычага Жуковского (для определения приведенной силы) то при построении рычага пользуемся ложными планами скорости. В некоторых из ДСМ в качестве привода рабочих органов используются открытые кинематические цепи на основе НАМ. Для них кинематическое исследование можно проводить также методом преобразования координат.

Таким образом, кинематическое и силовое исследование НАМ вполне осуществимо на существующей базе методов кинематического и силового исследования, разработанных для АМ.

Литература:

1.Крайнев А.Ф. Словарь - справочник по механизмам – М.: Машиностроение, 1981

2.Артоболевский И.И. Теория машин и механизмов – М.: Наука , 1978

ТАДҚИҚОТИ КИНЕМАТИКӢ ВА ҚУВВАГИИ МЕХАНИЗМҲОИ ҲАРАКАТОВАРАНДАҲОИ ОЛОТИ КОРИИ МОШИНҲОИ СОХТМОНӢ ВА РОҲСОЗӢ ДАР АСОСИ ЗАНҶИРИ КИНЕМАТИКӢ БО СОХТИ ҒАЙРИАССУРӢ

Б.Н. Акрамов, Ф.М. Аминов, И.А. Исматов

Ҳамаи механизмҳоро ба ду гурӯҳи калон ҷудо кардан мумкин аст: механизмҳои ассурӣ ва механизмҳои ғайриассурӣ. Механизмҳои ассурӣ ба таснифоти Ассур-Артоболевский итоат мекунанд ва аз механизми ибтидоӣ (аввала) (аз як звено, ки бо звенои беҳаракат бо ҷуфти синфи 5-ум пайваст шудааст, иборат мебошад, яъне звенои даромад ҳаракати мутлақро иҷро менамояд) ва гурӯҳи стандартии Ассур иборат мебошанд. Дар механизмҳои ғайриассурӣ ҷойи механизми ибтидоиро занҷири кинематикӣ ишғол менамояд, ки дар он звенои даромад ҳаракати нисбиро иҷро мекунад. Механизмҳои ғайриассурӣ дар механизми мошинҳои сохтмонӣ ва роҳсозӣ дар натиҷаи якчанд сабабҳои марбут ба технологияи роҳсозӣ ва корҳои сохтмонӣ васеъ истифода бурда мешаванд. Ҳамаи усулҳои тадқиқоти кинематикӣ ва қуввагӣ (ё тарҳрезӣ)-и механизмҳо танҳо барои механизмҳои ассурӣ таҳия шудаанд. Дар мақолаи мазкур имкони татбиқи ин усулҳо барои таҳлили кинематикӣ ва қуввагии механизмҳои ғайриассурӣ баррасӣ карда мешавад.

Калимаҳои калидӣ: механизм, механизми ибтидоӣ, гурӯҳи стандартии Ассур, тадқиқоти кинематикӣ ва қуввагӣ, силиндри гидравликӣ, мошинҳои роҳсозӣ ва сохтмонӣ.

KINEMATIC AND POWER RESEARCH OF MECHANISMS OF THE DRIVE OF WORKING BODIES OF ROAD AND CONSTRUCTION MACHINES BASED ON NONASSURS KINEMATIC CHAINS

B.N. Akramov, F.M. Aminov, I.A. Ismatov

All mechanisms can be divided into two large groups - assurs mechanisms and nonassurs mechanisms. Assurs mechanisms are subject to the Assur-Artobolevsky classification and consist of a primary mechanism (consists of one link connected to a fixed link by a pair of the 5th class, that is, making an absolute movement) and the standard Assur group. In nonassurs mechanisms, the place of the primary mechanism is occupied by a kinematic chain, in which the input link has not absolute but relative motion. Nonassurs mechanisms are widespread ing in road and construction machines, due to a number of reasons related to the technology of road and construction works. All developed methods of kinematic and force research (and same for design) of mechanisms are developed only for assur mechanisms. The article discusses the applicability of these methods to nonassurs mechanisms.

Key words: mechanism, primary mechanism, standard Assur group, kinematic and force research, hydraulic cylinder, road and construction machines

Сведения об авторах:

Акрамов Бахром Ниязович - к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «ДМ и СДМ» ТТУ имени академика М.С. Осими, автор более 70 научных и методических работ. Область научных интересов – проектирование и исследование механических систем, методика самостоятельной работы, изобретательство.

Аминов Ф.М. – старший преподаватель кафедры «ДМ и СДМ» ТТУ имени академика М.С. Осими, автор более 25 научных и методических работ

Исматов И.А. – старший преподаватель кафедры «ДМ и СДМ» ТТУ имени академика М.С. Осими», автор более 35 научных и методических работ.

ТЕХНИКО- ЭКОНОМЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВКЛЮЧЕНИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПАРКА ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Д.С. Гафуров

ТТУ имени академика М.С.Осими

В статье обоснованы экономические показатели эффективности и возможности включения ВСУ по эффективности эксплуатации парка воздушного судна. На основании сведений, возможность включения ВСУ в Перечень МПО- MEL более

эффективно в эксплуатации парка самолета -Ту-204 по показателям ЗАО «Red Wings».

Ключевые слова: вспомогательная силовая установка; показатели эффективности; использование; самолет.

Для обоснования возможности включения ВСУ в Перечень МПО – MEL проведена оценка эффективности эксплуатации парка самолётов Ту-204 по некоторым показателям в ЗАО «Red Wings» за один квартал 2016 года. В течение июня − августа имело место 20 случаев задержек рейсов. Сведения по этим событиям приведены в Таблицах 1...3. Имели место следующие причины задержек: отказы и повреждения АТ – 17 случаев (Рисунок 1.); нарушение технологического графика подготовки ВС к вылету – 3 случая.

Всего за этот период времени было выполнено 952 рейса. Суммарное время задержек составило 39,3 часов.

Проведен расчёт следующих показателей эффективности процесса технической эксплуатации за указанный период времени:

• коэффициент регулярности полётов

$$P_{100} = \left(1 - \frac{n_{зад}}{N_o}\right) \times 100\% = \left(1 - \frac{20}{952}\right) \times 100\% = 97{,}9\%, \quad (1)$$

где $n_{зад}$– количество задержек;

N_o – количество отправлений самолётов в рейс.

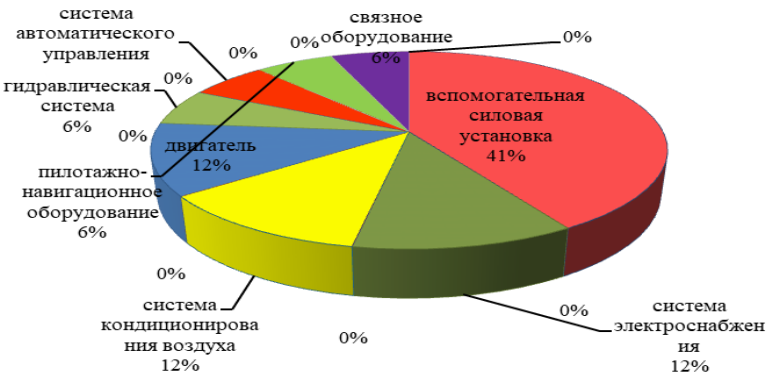


Рисунок 1. − Доли задержек из-за отказов систем самолёта

Таблица 1.

Задержки рейсов с 01.06.16г. по 30.06.16г.

Выполнено рейсов	Продолжительность задержки, мин.	Причина задержки
91	22	Позднее прибытие оператора ТЗ
	33	Поздняя перебуксировка
	174	После выруливания высветилась сигнализация Г1 отказ БРЗУ-115
	81	Замена ВС из-за незапуска ВСУ

Таблица 2.

Задержки рейсов с 01.07.16г. по 31.07.16г.

Выполнено рейсов	Продолжительность задержки, мин.	Причина задержки
374	250	Замена ВС из-за отказа СКВ
	183	Замена ВС из-за помпажа 2ой СУ
	135	Нет запуска ВСУ
	60	Отказ АСШУ
	91	Отказ БРЗУ
	27	Нет запуска 2-ой СУ
	98	Подтекание г/ж 2-ой ГС (правая ниша ООШ)

Таблица 3.

Задержки рейсов с 01.08.16г. по 31.08.16г.

Выполнено рейсов	Продолжительность задержки, мин.	Причина задержки
487	53	Нет запуска ВСУ, (замена двух форсунок)
	37	Экипаж выключил ВСУ и обесточил ВС
	71	Нет запуска ВСУ
	593	Нет запуска ВСУ
	27	Поздняя перебуксировка
	219	Включение ССО
	131	Возврат со старта (отказ СКВ-1 на рулении)
	36	Отказ БВУП-1 системы ВСУП-85
	36	Нет запуска ВСУ

• коэффициент использования парка ЛА по назначению

$$K_u = \frac{Н}{Ф} = \frac{3840}{16944} = 0{,}23\,, \quad (2)$$

где H – общий налёт парка ЛА, ч;

$Ф$ – календарный фонд времени эксплуатации парка, ч;

• коэффициент удельных простоев ЛА по техническим причинам

$$K_n = \frac{\Sigma t_i}{Н} = \frac{6302}{3840} = 1{,}64 \text{ ч/ч нал.}, \quad (3.)$$

где Σt_i – суммарные простои на ТОиР, ч;

H – общий налёт парка ЛА, ч нал.

Таким образом, как с точки зрения обеспечения безопасного выполнения полётов, так и повышения технической регулярности подтверждается целесообразность включения ВСУ в МПО для самолета Ту-204.

Разработанный фрагмент Минимального перечня оборудования для ВСУ представлен на рисунке 2.

Таблица 4

Разработанный фрагмент Минимального перечня оборудования для ВСУ

Ту-204	**ПЕРЕЧЕНЬ МИНИМАЛЬНОГО СОСТАВА ОБОРУДОВАНИЯ[1]**			
1. Функциональная единица, обозначение и наименование	2. Срок устранения неисправности			
		3. Количество на борту		
			4. Количество, необходимое для вылета	
				(5) Пояснения и ограничения
ВСУ-Бортовая вспомогательная силовая установка	С	1	0	Кроме полетов по ETOPS, может быть неработоспособна при условии: -работоспособность приводов - генераторов ГП-26 и ГП-27 перед каждым полетом подтверждается: -наличие аэродромного источника питания, наземного кондиционера и УВЗ в аэропорту назначения обеспечивается.

[1] Источник: Чинючин, Ю. М. Формирование Минимальных перечней оборудования воздушных судов, обеспечивающего безопасные и регулярные полеты [Текст] / Ю. М. Чинючин, Н. Н. Смирнов, В. С. Кирдюшкин, Д. С. Гафуров // Научный вестник МГТУ ГА. – 2014. − № 205. – С. 10−15

В данной статье рассматривается ожидаемый экономический эффект при внедрении Минимального перечня оборудования для самолёта Ту-204.

Основными задачами Минимального перечня допустимого оборудования (МПО) являются повышение рентабельности работы авиакомпании, эффективности эксплуатации ВС и возможность оптимизации графика полетов.

МПО позволяет эксплуатировать ВС с одним и более неработающим компонентом оборудования, когда неполадка обнаруживается в полете или при наземном обслуживании. Возможность отправить в этом случае ВС в полет снимает необходимость в незапланированном техническом обслуживании, в задержках или отменах рейсов. Снижение числа задержек вылетов ВС, в свою очередь, положительно влияет на репутацию авиаперевозчика, что является важным аспектом в условиях современной конкуренции.

Балансовая прибыль (убыток) − это конечный финансовый результат деятельности (положительный − прибыль, отрицательный − убыток), представляющий собой сумму прибыли (убытка) от реализации продукции (работ, услуг), уменьшенных на сумму расходов по их реализации.

Чистая прибыль − часть балансовой прибыли предприятия, остающаяся в его распоряжении после уплаты налогов, сборов, отчислений и других обязательных платежей в бюджет.

Срок окупаемости (англ. Pay-Back Period) − период времени, необходимый для того, чтобы доходы, генерируемые инвестициями, покрыли затраты на инвестиции.

Определяем ожидаемый экономический эффект от применения Минимального перечня допустимого оборудования. Для этого выполним расчет частных показателей экономической эффективности.

Литература:

1.Чинючин, Ю. М. Современные проблемы технической эксплуатации воздушных судов [Текст]: учеб.пособие в 2 ч. Ч. 2 / Ю. М. Чинючин, Н. Н. Смирнов. − М.: МГТУ ГА, 2008. – 96 с.

2.Чинючин, Ю. М. Формирование Минимальных перечней оборудования воздушных судов, обеспечивающего безопасные и регулярные полеты [Текст] / Ю. М. Чинючин, Н. Н. Смирнов, В. С. Кирдюшкин, Д. С. Гафуров // Научный вестник МГТУ ГА. – 2014. − № 205. – С. 10−15

3.Чинючин, Ю. М. Характеристика основных международных требований к системе подготовки авиационных специалистов для российских авиакомпаний [Текст] / Ю. М. Чинючин, В. П. Берлев, Д. К. Горбунова // Научный вестник МГТУ ГА. – 2013. − № 197. – С. 90−93.

4.Шапкин, В. С. Особенности эксплуатации воздушных судов иностранного производства [Текст] / В. С. Шапкин. – ФГУП «ГосНИИ ГА». – 2013. – 16 с.

5.Шапкин, В. С. Состояние и прогноз обновления парка ВС в России [Текст] / В. С. Шапкин. – ФГУП «ГосНИИ ГА». – 2013. – 22 с.

6.Шор, Я. Б. Таблицы для анализа и контроля надежности [Текст] / Я. Б. Шор, Ф. И. Кузьмин. – М.: Изд-во «Советское радио». 1968. – 288с.

7.Юскин, С. А. Совершенствование контроля безотказности изделий функциональных систем самолётов [Текст]: дис. канд. техн. наук: 05.22.14. // Юскин Сергей Александрович. − М.: ГосНИИ ГА. − 2009. – 185 с.

8.ATA MSG−3. Operator/Manufacturer Scheduled Maintenance Development Revision 2007. 1 [Electronic resource]. – Access mode: http://www.easa.europa.eu/system/files/dfu/IP%2088%20Feb%2007%20attachment%201.pdf. – Title from screen

9.EASA Part 21. AMC and GM to Part 21 [Electronic resource]: Decision No.2003/1/RM of the Executive Director of the Agency of 17 October 2003. – Access mode: http://www.easa.europa.eu/system/ files/dfu/ decision_ED_ 2003_01_RM.pdf. – Title from screen.

АСОСНОККУНИИ МАСОИЛИ ТЕХНИКИЮ ИҚТИСОДӢ ОИД БА ИСТИФОДАИ МУҲАРРИКИ ИЛОВА-ГИИ ҚУВВАГӢ АЗ РӮЙИ НИШОНДОДИ ФАЪОЛНОКИИ ИСТИФОДАБАРИИ ПАРКИ КИШТИҲОИ ҲАВОӢ

Ҷ.С. Ғафуров

Дар мақола нишондиҳандаҳои иқтисодӣ ва имконпазир будани муҳаррикҳои иловагии қуввагӣ (МИҚ) оид ба самаранокии фаъолияти парки киштиҳои ҳавоӣ асоснок карда шудааст. Дар асоси маълумоти

дарҷшуда имкони истифодабарии МИҚ минҷумла дар рӯйхати НМТ-MEL дар раванди истифодаи парки ҳавопаймои Ту-204 мувофиқи нишондиҳандаи ҶСП «Red Wings» қобили мақсад аст.

Калимаҳои калидӣ: муҳаррики иловагии қуввагӣ, нишондиҳандаҳои таъсирбахш, истифодабарӣ, ҳавопаймо.

TECHNICAL AND ECONOMICAL JUSTIFICATION OF THE INCLUSION OF THE AUXILIARY POWER INSTALLATION BY INDICATORS OF THE EFFICIENCY OF OPERATION OF THE AIRCRAFT PARK

J. S. Gafurov

The article substantiates economic performance indicators and the possibility of including the **a**uxiliary power installation (UPI) on the efficiency of aircraft fleet operation. On the basis of information, the possibility of including VSU in the List of MPO-MEL is more efficient in operating the fleet of Tu-204 according to the indicators of «Red Wings».

Key words: Auxiliary power unit; performance indicators; use; aircraft.

Сведения об авторе

Гафуров Джалолиддин Садруддинович - 1985 г.р., окончил (2008г.) Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими, и.о. доцента кафедры “Техническая эксплуатация воздушного транспорта” область научных интересов – эксплуатация воздушных судов контактная информация: тел. 935480005

УДК 621.793

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДВИЖЕНИЯ МАШИННОГО АГРЕГАТА

З.В. Кобулиев, М.Х.Саидов, Х.М.Ходжаназаров, С.М.Саидамиров, С.З.Валиев

С помощью дифференциальных уравнений предложена закономерность движения машинного агрегата. Предложены уравнения движения машинных агрегатов, с помощью которого можно спроектировать привод шпинделей хлопкоуборочной машины и облегчить работу по усовершенствованию режущих аппаратов технологических машин.

Ключевые слова: *хлопкоуборочная машина, дифференциальное уравнение, машинный агрегат, начальная скорость, закономерность.*

В Республике Таджикистан рельеф и метеоусловия создают хорошую почву для выращивания сельскохозяйственных культур в открытых полях. Основной и важнейшей целью годового увеличения производства сельскохозяйственных культур, как хлопчатник, бахчевые, зерновые и зернобобовые культуры, является обеспечение рыночной потребности республики продовольствием местного производства. В современном мире новые экономические отношения для сельскохозяйственного производства требуют оснащение технической отрасли современными техническими оборудованиями, более эффективного использования подручных технических средств и внедрение новшеств науки и мирового прогрессивного навыка.

Большой интерес для хозяйственников и научных сотрудников исследовательских учреждений вызывают технологические процессы выращивания, уборки и переработки вторичного сырья для кормления животных.

Прилагаются необходимые для процветания сельскохозяйственного производства новые разработки механизмов, передающих движение с силового агрегата на рабочие органы уборочных машин.

Для всяких агрегатов основными рабочими элементами являются многосателлитные фрикционные механизмы с внешним и внутренним зацеплением [1,2].

С целью улучшения кинематических показателей движения рабочих элементов машин изучается закономерность этих движений. Закономерность движений машин определяется дифференциальными уравнениями.

Движение хлопкоуборочной машины можно выразить следующим дифференциальным уравнением:

$$M \cdot \frac{d\vartheta}{dt} = F_д - F_c, \quad (1)$$

где: M – масса хлопкоуборочной машины, кг; $F_д$ – величина движущей силы машины, Н;F_c – общая сила сопротивления, действующая на хлопкоуборочную машину, Н.

При подъеме дифференциальное уравнение движения хлопкоуборочной машины примет следующий вид:

$$M \cdot \frac{d\vartheta}{dt} = F - F_{\text{тр.}} - F_{\alpha}, \quad (2)$$

где: F – сила тяги агрегата, Н; $F_{\text{тр.}}$ – сила трения между агрегатом и почвой, Н.

Сила трения между агрегатом и почвой прямо пропорционально значениям коэффициента трения и силы тяжести агрегата:

$$F_{\text{тр.}} = f \cdot G,$$

где: f – коэффициент трения; G – масса агрегата, Н.

Значение силы F_{α} зависит от силы тяжести агрегата G и рельефа местности:

$F_{\alpha} = i \cdot G$, где: i – уклон местности.

Преобразуя уравнение (2) с учетом значения силы тяги агрегата, силы трения между агрегатом и почвой и силы, зависимой от рельефа местности, получаем дифференциальное уравнение в следующем виде:

$$d\dot{x} = \left[\frac{F}{M} - G \cdot (f + i)\right] \cdot dt. \quad (3)$$

Дифференциальное уравнение движения хлопкоуборочной машины было получено с учетом начальных условий при постоянстве сил. С учетом начальных условий, интегрируя данное дифференциальное уравнение, получаем следующее:

$$\dot{x} = \left[\frac{F}{M} - G \cdot (f + i)\right] \cdot t + \vartheta_0,$$

здесь: ϑ_0 – начальная скорость машинного агрегата, м/с;

При повторном интегрировании получаем уравнение движения хлопкоуборочной машины в следующем виде:

$$x = 0{,}5 \cdot \left[\frac{F}{M} - G \cdot (f + i)\right] \cdot t^2 + \vartheta_0 \cdot t + x_0, \quad (4)$$

где: x_0 – выбранные начальные координаты для динамической схемы рабочих органов хлопкоуборочной машины, м.

Для составления дифференциального уравнения движения машинного агрегата с корчевателем стеблей хлопчатника используем динамическую схему данного агрегата (рисунок 1), где показаны положение и направление действия предполагаемых сил, угол наклона рабочей движущейся ленты агрегата и другие нужные данные.

Дифференциальное уравнение движения машинного агрегата с корчевателем стеблей хлопчатника составляем методом, аналогичным методу составления дифференциального уравнения движения для хлопкоуборочной машины [1].

Для движения машинного агрегата с корчевателем стеблей хлопчатника составляем дифференциальное уравнение в следующем виде:

$$M \cdot \frac{d\vartheta}{dt} = F - F_{\text{тр.}} - (F_1 - F_2) \cdot cos\beta - F_{\alpha}, \quad (5)$$

где: M – масса машинного агрегата с корчевателем стеблей хлопчатника, кг; F – сила тяги агрегата, Н; F_1, F_2 – силы среза роторного ножа, Н, $F_{\alpha} = i \cdot G$ – сила тяжести агрегата, Н; i – уклон местности; $G = M \cdot g$ – масса агрегата, Н; $F_{\text{тр.}} f \cdot G$ – сила трения между агрегатом и почвой Н; f – коэффициент трения; β – угол наклона машинного агрегата к уровню земли.

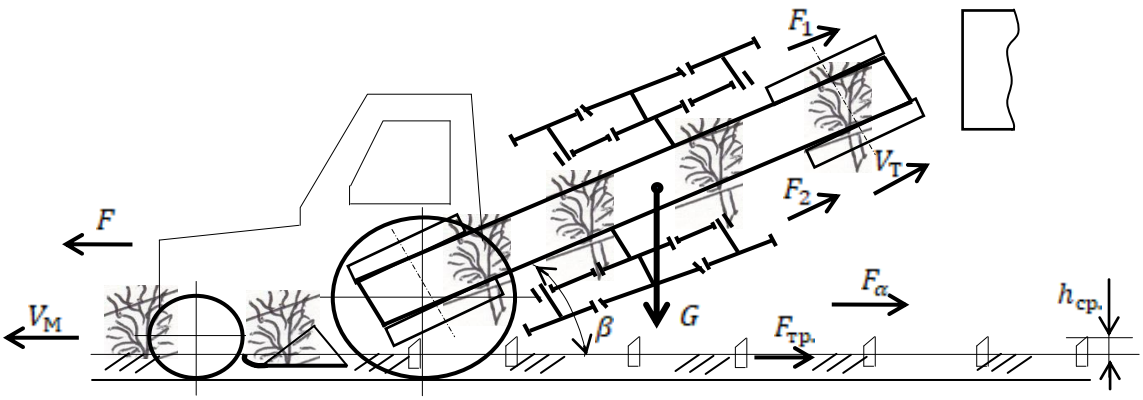


Рисунок 1. Динамическая схема машинного агрегата с корчевателем стеблей хлопчатника.

С учетом всех параметров, входящих в состав дифференциального уравнения (5), получаем дифференциальное уравнение движения машинного агрегата с корчевателем стеблей хлопчатника:

$$d\vartheta = \left[\frac{F}{M} - (f+i)\cdot g - \frac{2F_1\cdot cos\beta}{M}\right]\cdot dt, \quad (6)$$

Интегрируя данное дифференциальное уравнение с учетом начальных условий, получаем:

$$\dot{x} = \left[\frac{F}{M} - (f+i)\cdot g - \frac{2F_1\cdot cos\beta}{M}\right]\cdot t + \vartheta_0. \quad (7)$$

где: ϑ_0 – начальная скорость машинного агрегата, м/с.

После второго раза интегрирования данного дифференциального уравнения с учетом начальных условий, получаем следующее:

$$x = 0{,}5\cdot\left[\frac{F}{M} - (f+i)\cdot g - \frac{2F_1\cdot cos\beta}{M}\right]\cdot t^2 + \vartheta_0\cdot t + x_0, \quad (8)$$

где: x_0 – начальные координаты, м.

Полученное уравнение (8) является уравнением движения машинного агрегата с корчевателем стеблей хлопчатника. Решение данного уравнения получено с учетом постоянства сил.

Далее, для машинного агрегата с корчевателем стеблей хлопчатника составляем дифференциальное уравнение относительного движения частиц стеблей хлопчатника по наклонному транспортеру по расчетной схеме, показанной на рисунке 1:

$$m\cdot\dot{a}_r = \bar{F} + \bar{F}_1 + \bar{F}_2 + \bar{G}_1 + \bar{F}_{тр.} + \bar{F}_\alpha, \quad (9)$$

Преобразуя данное диффе-ренциальное уравнение, получаем:

$$m\cdot\ddot{x}_1 = 2F_1 - G_1\cdot sin\beta - f\cdot cos\beta + F_\alpha\cdot cos\beta, \quad (10)$$

При аналитическом решении дифференциального уравнения (10) при постоянстве сил получаем следующее:

$$\dot{x}_1 = \left[-g\cdot(sin\beta + f\cdot cos\beta) + a_м\cdot cos\beta + \frac{2\cdot F_1}{m}\right]\cdot t + \vartheta_{10}, \quad (11)$$

где: ϑ_{10} – начальная скорость частиц стеблей хлопчатника по наклонному транспортеру машинного агрегата с корчевателем стеблей хлопчатника, м/с; $a_м = a_\alpha$ – ускорение корчевателя машинного агрегата, м/с^2.

После повторного интегрирования имеем:

$$x_1 = 0{,}5\cdot\left[a_м\cdot cos\beta + \frac{2\cdot F_1}{m} - g\cdot(sin\beta + f\cdot cos\beta)\right]\cdot t^2 + \\ + \vartheta_{10}\cdot t + x_{10}, \quad (12)$$

где: x_{10} – начальная координата частиц стеблей хлопчатника, м.

Полученное уравнение (12) определяет закономерность относительного движения частиц стеблей хлопчатника по наклонному транспортеру и является уравнением относительного движения этих частиц.

Эти теоретические исследования дают основание для получения основных кинематических и динамических параметров машинных агрегатов [2].

Для машинных агрегатов хлопкоуборочной машины и корчевателя стеблей хлопчатника предложены методы составления и решения уравнений движения. Также предложены методы составления уравнений относительного движения стеблей хлопчатника корчевателя и его аналитического решения.

Для движущихся частиц стеблей хлопчатника корчевателя также предложены методы составления и аналитического решения уравнений движения.

Решение полученных уравнений (4), (8) и (12) дает возможность получать выражения, которыми можно воспользоваться при проектировании машинных агрегатов хлопкоуборочной машины. В частности, можно спроектировать многосателлитный планетарный фрикционный привод шпинделей хлопкоуборочной машины с составным телескопическим водилом, или многосателлитный планетарный фрикционный привод шпинделей хлопкоуборочной машины с переменными передаточными отношениями.

Исследования, установление уравнений движения, определение динамических усилий и использование планетарных фрикционных механизмов существенно облегчают работу по усовершенствованию режущих аппаратов технологических машин.

Литература:

1.Тилоев С., Саидов М.Х., Садуллобеков Д., Шарипов Ф.Б., Жиздюк А.А. Кинематические исследования приводных механизмов технических средств для уборки хлопчатника и зерновых культур. Вестник ТТУ.- №4 -2008г. с.24-29.

2.Тимофеев Г.А. Теория механизмов и машин. –М. 2010г.

МУАЙЯН НАМУДАНИ ҚОНУНИЯТИ ҲАРАКАТИ ОЛОТИ МОШИНӢ

З.В. Кобулиев, М.Ҳ. Саидов, Х.М. Хоҷаназаров, С.М. Саидамиров, С.З. Валиев

Бо ёрии муодилаҳои дифференсиалӣ қонунияти ҳаракати олоти мошинӣ пешниҳод шудааст. Муодилаҳои ҳаракати олоти мошинӣ пешниҳод гардидааст, ки бо ёрии онҳо ҳаракатовари шпинделҳои мошинҳои пахтағундор мумкин аст лоиҳакашӣ шавад ва кори такмили дастгоҳҳои буррандаи мошинҳои технологӣ осон шавад.

Калимаҳои калидӣ: мошинаи пахтағундор, муодилаи дифференсиалӣ, олоти мошинӣ, суръати ибтидоӣ, қонуният.

DEFINING THE LAWS OF MOTION MACHINE UNIT

Z.V. Kobuliev, M.H.Saidov, H.M. Khojanazarov, S.M. Saidamirov, S.Z.Valiev.

With the help of differential equations the regularity of motion of the machine unit is proposed. The equations of motion of machine units, with which it is possible to design the drive of spindles of cotton harvesting machine and facilitate the work on improvement of cutting machines of technological machines.

Key words: cotton-picking machine, a differential equation, machine assembly, initial velocity, pattern.

Сведения об авторах:

Кобулиев Зайналобидин Валиевич – д.т.н., проф., член. - кор. АНРТ, директор Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии АН РТ, г. Душанбе. E-mail: kobuliev@mail.ru

Саидов Мансур Хамрокулович – к.т.н., и.о. доцента кафедры «Металлургия» ТТУ им. ак. М.С.Осими. E-mail: mansur_saidov@mail.ru

Ходжаназаров Хайрулло Махмудхонович – ассистент кафедры «Технология, машины и оборудование полиграфического производства» ТТУ им. ак. М.С. Осими. E-mail: alesha--91@mail.ru

Саидамиров Сафарали Махмадалиевич – ассистент кафедры Теоретической механики и деталей машин ТАУ им. Ш.Шотемур. E mail: Safar_madina@mail.ru

Валиев Самариддин Зайниддинович – ассистент кафедры Теоретической механики и деталей машин ТАУ им. Ш.Шотемур. Кон. Тел. 987200483.

УДК625:691

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОЦЕССЫ РАЗРУШЕНИЯ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ НЕЖЕСТКОГО ТИПА В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГОРЬЯ

И.А.Сайдаминов, А.Т.Бердиев, Р.Э.Зиёев, Б.А.Бердиев

Таджикский технический университет им. акад. М.С.Осими

В данной статье представлены результаты исследование по возникновению повреждения на асфальтобетонных покрытиях автомобильных дорог в условиях высокогорья и факторы, влияющие на процессы разрушения дорожного покрытия за счет недотрамбовании основания покрытия.

Ключевые слова: *образование дефекта, ямочный ремонт покрытий нежесткого типа, недотрамбования, температурные режимы, эксплуатация, автомобильные дороги, конструкция.*

Возникновение повреждений на асфальтобетонных покрытиях автомагистрали связано с комплексным влиянием разнообразных причин в процессе использовании автомагистрали в горных условиях.

По причине нарушений технологии наполнения и трамбования рядов основ в процессе строительства дорог имеет место недотрамбование возложенных основ, что в последующем облегчает возникновение повреждений в форме углублений. Опытным путем подтверждено, что в виду неполноценного показателя трамбования земляного насыпа (K_y= 0,9…0,92) на дорожном покрытии формируется углубление [1]. Наряду с этим на дорожных покрытиях эластичного образца встречается проседание покрытия, т.е. перпендикулярное проседание покрытия без возникновения пробоин за счет искажения почвы земляного насыпа и материалов конструктивных слоев дорожных одежд, что равным образом оказывает давление на свойства дорожных покрытий.

В виду структуры (конструкции) асфальтобетонных покрытий за счет температурного распределения и механической (гранулометрической) разнородности наполненного материала

рассматриваются участки покрытия с различными физико-механическими характеристиками и влагонепроницаемостью, что в процессе использования содействует возникновению повреждений на покрытиях дороги в виде отслаивание частиц материала из покрытия и возникновения в последующем углублений.

Эксплуатирование автомобильных дорог в горных условиях в осенне-весенний промежуток года и сопровождающие им перемены температур окружающего воздуха служит источником к деструкционным процессам в конструкциях автомобильных дорог, связанных с затвердением и размораживанием конструктивных элементов автомобильных дорог.

Существование сугубой сырости в конструктивных слоях автомобильной дороги в виду невысоких температур окружающего воздуха служит источником для суброгация сырости из жидкого состояния в кристаллообразное, что связано с расширением ее объема, а следовательно, образования сил, под действием которых происходит деструкция строения материала и разуплотнение материала земляного насыпа и дорожных одежд [2,3,4,5].

В соответствии с рекомендациями авторов [4,5,6] под действием продольной нагрузки от транспортных средств и критических климатических условий изменяются основные эксплуатационные нормативы дороги, как влагонепроницаемость, надежность, равномерность (гладкость) и сцепные качества покрытия проезжей части автомобильной дороги [4,5,6]. Изменение транспортно-эксплуатационных параметров дороги служит источником уменьшения несущей способности конструктивных элементов дороги, что демонстрируется в виде возникновения углубления, оседания, пробоин, разрывов, смещение и колейности на плоскости покрытия. В виду эксплуатации автомобильных дорог перемена температурных режимов служит источником возникновения прозрачных (неплотных) разрывов на асфальтобетонных покрытиях, которые со временем все больше выходят на поверхность и оказывают содействие снижению надежности дорожной конструкции, выкрашиванию частиц материала покрытия и, в конечном итоге, возникновению углублений. Образующие на поверхности дорожного покрытия углубления служат источником уменьшения скоростных режимов транспортных средств, повышают динамические нагрузки на трансмиссии машин и воздействуют на безопасность дорожного движения.

.

Рис. 1. Разрушение дорожного покрытия за счет недоуплотнения основания покрытия

Деструкция дорожных покрытий эластичного образца автомобильных дорог в горных условиях вытекает за счет процессов изнашивания асфальтобетонных покрытий, усталостного деструкция и и сбережения сохранившегося деформирования в процессе эксплуатации автомобильных дорог.

Таким образом, комплексное влияние на автомобильную дорогу помянутых факторов служат источником возникновения повреждения на покрытии дороги, которые обнаруживаются в виде пробоин, оседания, отверстий, углублений(рис. 1).

С увеличением насыщенности движения и грузоподъемности транспортных средств происходит насышенное накопление остаточных деформаций в покрытиях дорожных одежд эластичного образца. Изменение свойств вяжущего в процессе эксплуатации дороги приводитк к снижению трещиностойкости асфальтобетона и усталостному разрушению материала, на поверхности покрытия появляются трещины, что приводит к водонасыщению асфальтобетона и в дальнейшем является причиной образования сквозных трещин. Образование сквозных трещин приводит к снижению прочностных характеристик дорожных одежд и, как следствие, образуются просадки на дорожном покрытии. Появление просадок, а также образование продольных трещин на покрытиях нежесткого типа возможно при

недостаточной плотности нижележащих слоев материала дорожной одежды. За счет действия осевой нагрузки от транспортных средств на дорожные покрытия, а также влияния погодных условий при эксплуатации дорог на прочностные характеристики материала покрытия, на поверхности покрытия образуются неровности, влияющие на безопасность дорожного движения. Для безопасности движения транспортных средств наибольшую опасность представляют проломы и выбоины на поверхности покрытия, приводящие к снижению скоростных режимов движения транспортных средств, поломкам трансмиссий и в некоторых случаях являются причиной ДТП. Образование выбоин происходит за счет локальных разрушений дорожных покрытий в виде углублений разной формы срезко выраженными краями. Причиной образования выбоин могут служить разные факторы, в том числе трещины, нарушения технологии при строительстве дорожных одежд и покрытия, недостаточная прочность применяемого материала.

Необходимо отметить, что фактор возникновения повреждения на поверхности покрытия эластичного образца признан, отработаны способы и предложении по их уменьшению или устранению, которые непрерывно модернизируются. Тем не менее, как показывает опыт эксплуатации автомобильных дорог, до настоящего времени происходит деструкция дорожных покрытий.

Таким образом, в значительной степени на качество строительства асфальтобетонных покрытий, в том числе и образование выбоин в процессе эксплуатации влияет применение некачественных материалов и нарушение технологии строительства. Нарушение температурных режимов при устройстве покрытия, неоднородность смеси по структуре при укладке, отсутствие контроля за расходом охлаждающей жидкости для смачивания вальца катка при укатке горячей смеси способствуют снижению эксплуатационных характеристик асфальтобетона, а также образованию на поверхности микротрещин, что в дальнейшем ведет к образованию выбоин на дорожном покрытии.

Литература:

1.Костелов М.П. Современные методы и средства ямочного ремонта дорожных покрытий// Еженедельник «Стройка»: информационно-строительный портал. – СПб.; опубл. 30.09.03, WWW.STROIT. Ru

2.Любченко А. С. Совершенствование системы содержания автомобильных дорог России с учетом опыта Германии// Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. 2014. Вып.36(55). С. 149—156.

3. Ереско С. П. Технология ремонта асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог// Наука и техника в дорожной отрасли. 2011. №1. С. 28—30.

4.Васильев А.П. Эксплуатация автомобильных дорог. В 2^{х} Часть, М.:Академия-2010, 640стр.

5.Васильев А.П. Справочник энциклопедия дорожника. Том 2 «Ремонт и содержание автомобильных дорог» М.:информ-автодорог-2005, 898стр

6. Eresko S. P.Tekhnologiya remonta asfal'tobetonnykh pokrytii avtomobil'nykh dorog // Nauka i tekhnika v dorozhnoi otrasli. 2011. №1. S. 28—30.

ОМИЛҲОИ БА РАВАНДИ ВАЙРОНШАВИИ БОЛОПӮШИ РОҲҲОИ НАМУДИ НОМАЗБУТ ТАЪСИРКУНАНДА ДАР ШАРОИТИ БАЛАНДКӮҲ

И.А. Сайдаминов, А.Т. Бердиев, Р.Э. Зиёев, Б.А. Бердиев

Дар мақолаи мазкур натиҷаҳои таҳқиқот оид ба ташаккули нуқсони болопӯши асфалтобетонии роҳҳои автомобилгард дар шароити баландкӯҳ ва омилҳое, ки ба раванди вайроншавии болопӯши роҳ аз ҳисоби номустаҳкамии асоси болопӯш таъсир мекунанд, оварда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: ташаккулёбии нуқсон, таъмири ҷории болопӯши намуди номазбут, мустаҳкам карданашуда, реҷаҳои ҳарорати, истифодабарӣ, роҳҳои автомобилгард, сохти роҳҳо.

FACTORS AFFECTING DESTRECTION PROCESSES ROAD COVERINGS OF AUNHARD YYPE UNDER HIGH-ALTITUDE CONDINIONS

I.Saidaminov, A. Berdiev, R.Ziyoev, B.Berdiev.

This article presents the results of a study on the formation of defects on asphalt concrete pavements of highways in high mountains and factors affecting the processes of the destruction of the road surface due to insufficient consolidation of the base of the surface.

Key words: defect formation, patching of non-rigid type coatings, underpayment, temperature conditions, road maintenance, construction.

Сведения об авторах:

Сайдаминов Исохон Абдулфайзович. Доктор технических наук, и. о. профессора кафедры «Детали машин и строительно-дорожные машины» Таджикского технического университета имени акад. М.С. Осими. Область научных интересов – строительные и дорожные машины, технология, ремонт и эксплуатация дорог. saydaminov@mail.ru

Бердиев Анвар Турсунович. Ст. преподаватель кафедры «Строительство дорог, сооружений и транспортных коммуникаций» Таджикского технического университета имени акад. М.С. Осими. Область научных интересов – технология, реконструкция и ремонт дорог. combat.1959@mail.ru

Зиёев Рачабмурод Этимович.Ст. преподаватель кафедры «Детали машин и строительно-дорожные машины» Таджикского технического университета имени акад. М.С. Осими. Область научных интересов – строительные и дорожные машины. Zieev 1961@mail.ru

Бердиев Бахтиёр Анварович.- магистр по специальности «Строительство дорог и аэродромов». Область научных интересов-технология, реконструкция и ремонт дорог. combat.1959@mail.ru

УДК 621.793

ИССЛЕДОВАНИЕ КРИВОШИПНО-КУЛИСНОГО МЕХАНИЗМА ПРИВОДА ОЧИСТКИ

М.Х. Саидов, З.В. Кобулиев, Х.М. Ходжаназаров

С помощью метода планирования эксперимента теоретически определяют размеры составляющих элементов кулисного механизма. Этим методом получено сведение о состоянии кулисного механизма.

Ключевые слова: *кулисный механизм, кинематическая пара, уровень варьирования, интервал варьирования, кривошип.*

Одной из разновидностей рычажных механизмов является кулисная пара. Задача кулисной пары заключается в преобразовании возвратно-поступательного движения во вращательное или наоборот. Плоские четырёхзвенные кулисные механизмы имеют третье подвижное звено, в зависимости от которого эти механизмы делятся на следующие группы: кулисно – коромысловые, кулисно – ползунные, кривошипно – кулисные и двухкулисные.

Кулисные механизмы широко применяются в установках или устройствах для преобразования продольно – поступательного перемещения в качание или вращение или преобразовать обратное. Основой принципа действий кулисных механизмов считаются базовые законы статики, кинематики и прикладной механики. Эти законы описывают взаимодействия рычажных систем, имеющих неподвижные и подвижные оси. Элементы таких систем имеют конечные размеры и массы, но являются абсолютно жесткими. По распределению массы рассчитываются динамика кулисного механизма, эпюры нагрузок и моментов инерции элементов, строятся диаграммы перемещений, скоростей и ускорений.

Метод планирования эксперимента используют для того, чтобы определить радиус кулисной водилы механизма. При проведении экспериментов значения выделенных факторов (X_1 – относительная длина эксцентриситета, $P = \frac{a}{R} < 1$; X_2 – относительная длина звена, $q = \frac{1}{R} > 1$; X_3 – угол поворота кривошипа, град., φ) варьируются на трех уровнях. В вышеуказанных формулах: a – расстояние эксцентриситета, R – радиус кривошипа. Фиксирование этих данных проводилось на оптимальных уровнях с соблюдением

конструктивных размеров подвески и допустимым ходом решета очистки.

Уровни и интервалы варьирования нужных факторов приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Уровни и интервалы варьирования факторов

Факторы	Уровень варьирования					Интервал варьирования
	-1,682	-1	0	1	1,682	
($P = \frac{a}{R} < 1$) – относительная длина эксцентриситета (X_1)	0,164	0,3	0,5	1,7	0,836	0,2
($q = \frac{l}{R} > 1$) – относительная длина звена (X_2)	1,064	1,2	1,4	1,6	1,736	0,2
φ – угол поворота кривошипа, град.	-11	30	90	150	191	60

Скорость перемещения шатуна определяется радиусом кулисного механизма. Как сказано выше, значение этого радиуса в зависимости от других параметров меняется в одном периоде вращения.

Существуют плоские передаточные механизмы из четырех звеньев. Третье звено рычажного механизма определяет вид передаточного механизма. Исходя из этого, различают ползунные, коромысловые, кривошипные и двухкулисные механизмы, каждый из которых обладает собственным способом преобразования вида движения. Все эти механизмы работают единым принципом действия – вращательное или линейное перемещение рычагов под действием внешних сил [1].

Каждая точка кривошипно-кулисного механизма имеет определенную траекторию движения, которая определяется соотношением рабочих радиуса и длины плеч элементов механизма.

Используя следующую формулу, определяем радиус кулисы:

$$\rho = \sqrt{R^2 + a^2 - 2 \cdot R \cdot a \cdot cos\varphi_1} + \ell. \quad (1)$$

Значение радиуса кулисы зависит от радиуса кривошипа R, расстояния a, угла поворота кривошипа φ_1 и длины звена ℓ. На практике известно, что любые исследования механизмов более удобно провести в относительных единицах: при условиях $a < R$ и $\ell < R$ от радиуса кривошипа зависит абсолютная длина звеньев a и ℓ.

Состояние кулисного механизма исследуется соотношением относительных длин эксцентриситета (P) и звена (q) при определенных значениях угла поворота кривошипа (φ_1). Для получения сведений о состоянии механизма определяют степень влияния P, q и φ_1 на относительную величину радиуса кулисы ($S = \rho/R$) методом строения интерполяционной математической модели механизма.

В качестве результатов выступает величина S, а в качестве факторов независимые величины P, q и φ_1.

Для построения уравнения регрессии (интерполяционной математической модели) механизма используется рототабельное планирование второго порядка. При линейном приближении описание поведения механизма с нужной точностью ($\pm 5\%$) не обеспечивается.

Результаты исследования - уровни и интервалы варьирования факторов в кодированных значениях приведены в таблице 1, а рабочая матрица и составленная матрица планирования – в таблице 2.

С помощью нижеуказанных соотношений были найдены значения факторов в “звездных” точках (-1,682; +1,682):

$$X_1 = \frac{P - 0{,}5}{0{,}2}; \quad X_2 = \frac{q - 1{,}4}{0{,}2}; \quad X_3 = \frac{\varphi - 90}{60}.$$

Значения рабочей матрицы и составленной матрицы планирования в табл.2 определяются по следующей формуле:

$$S = \sqrt{1 + p^2 - 2p\cos\varphi_1} + q \quad (2)$$

Использование соответствующей методики позволяет обработать результаты и получить следующее уравнение регрессии:

S=2,515+0,057X1+0,2X2+0,365X3+0,151X1+X3-0,0052X3 (3)

После анализа данного уравнения определяется, что на величину радиуса кривошипа наибольшее влияние имеет угол поворота кривошипа. Исследование конструктивных параметров приводит к тому, что удлинением звена (ℓ) можно увеличить радиус кулиса [2]. Исходя из вышесказанного, с конструктивного соображения на величину радиуса кривошипа длина звена (ℓ) влияет значительно больше, чем a (эксцесс). Чтобы увеличить радиус кулисы, величину эксцесса принимают из конструктивных соображений. При взаимном влиянии P и φ_1 больше всего проявится влияние P. От угла поворота кривошипа (φ_1) во многом зависит влияние эксцесса a на величину радиуса кулисы ρ.

Таблица 2

Рабочая матрица и составленная матрица планирования

№ опыта	Матрица планирования			Рабочая матрица			Расчетные данные			
	$X_{1(\rho)}$	$X_{2(q)}$	$X_{3(\varphi)}$	P=a/R X_1	q=l/R X_2	φ° X_3	$\overline{Y}$	$\hat{Y}$	$\hat{Y}-\overline{Y}$	$\frac{(\hat{Y}-\overline{Y})\cdot 100}{\overline{Y}}$
1	+	+	+	0,7	1,6	150	3,244	3,239	-0,005	0,15
2	+	+	-	0,7	1,6	30	2,127	2,204	0,077	306
3	+	-	+	0,7	1,2	150	2,844	2,839	-0,0047	1,6
4	+	-	-	0,7	1,2	30	1,727	1,805	0,078	4,5
5	-	+	+	0,3	1,6	150	2,862	2,822	-0,047	1,6
6	-	+	-	0,3	1,6	30	2,355	2,393	0,038	1,6
7	-	-	+	0,3	1,2	150	2,462	2,422	-0,047	1,9
8	-	-	-	0,3	1,2	30	1,955	1,992	0,038	1,9
9	-1,682	0	0	0,164	1,4	90	2,413	2,420	0,0074	0,3
10	+1,682	0	0	0,836	1,4	90	2,703	2,613	-0,09	3,3
11	0	-1,682	0	0,5	1,064	90	2,182	2,181	-0,001	-
12	0	+1,682	0	0,5	1,736	90	2,854	2,853	-0,001	-
13	0	0	-1,682	0,5	1,4	-11	1,88	-	-	-
14	0	0	+1,682	0,5	1,4	191	2,906		0,07	2,4
15…20	0	0	0	0,5	1,4	90	2,518	2,517	0,001	-
						$\sum \overline{Y} = 49{,}636$				

После раскодирования и интерпретации результатов получаем следующее уравнение:

$$\overline{S} = 0{,}875 - 0{,}8475p + q + 0{,}00239\varphi + 0{,}0126p\varphi - 0{,}0000144\varphi^2, \quad (4)$$

где: φ_1 – угол поворота кривошипа, град.

Исследование формулы (1), (2), (3) и (4) показывает, что характер траектории движения конца кулисы можно определять только с помощью угла поворота кривошипа. Конструктивные величины P и q обычно пользуются для увеличения радиуса кривошипа. При конкретном угле поворота (при 90^0, где $X_3 = 0$) определяем взаимное влияние P и q.

При $x_3 = 0$ получаем следующее:

$$S = 2{,}515 + 0{,}057X_1 + 0{,}2X_2 \quad (5)$$

Здесь переменные $\mathbf{X_1}$ и $\mathbf{X_2}$ независимы, тогда проекция поверхности y на плоскость будет параллельными прямыми.

График зависимости $q = t(P)$ будет иметь следующий вид, приведенный на рис. 1.

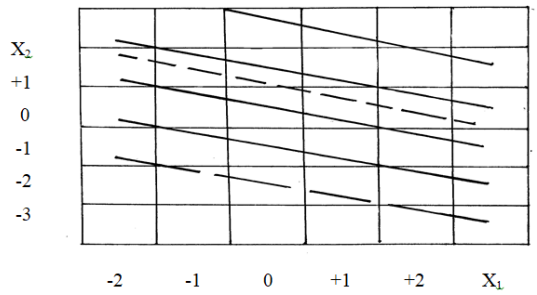


Рисунок 1. График зависимости X_2 от X_1.

Исследование полученных графиков приведет к такому выводу, что в кулисном механизме для получения одинаковой длины водилы увеличивают расстояние эксцентриситета (a). В результате увеличения расстояния эксцентриситета (a) получается незначительное уменьшение длины звена – направляющей (ℓ).

Литература:

1.Тилоев С., Кинематические исследования приводных механизмов технических средств для уборки хлопчатника и зерновых культур/ Саидов М.Х., Садуллобеков Д., Шарипов Ф.Б., Жиздюк А.А.// Вестник ТТУ.- №4 -2008г. с.24-29.

2.Тимофеев Г.А. Теория механизмов и машин. –М. 2010г.

ТАДҚИҚОТИ МЕХАНИЗМИ КРИВОШИПИЮ КУЛИСИИ ҲАРАКАТОВАРИ ТОЗАКУНАНДАИ КОМБАЙНИ ҒАЛЛАҒУНДОР

М.Ҳ. Саидов, З.В. Кобулиев, Х.М. Хоҷаназаров

Ба воситаи усули лоиҳакашии таҷриба андозаҳои ташкилдиҳандаҳои механизми кулисиро ба тариқи назариявӣ муайян менамоянд. Бо ҳамин усул оид ба ҳолати механизми кулисӣ маълумот гирифта шуд.

Калимаҳои калидӣ: механизми кулисӣ, ҷуфти кинематикӣ, сатҳи фарқиятҳо, ҳудуди фарқиятҳо, кривошип.

STUDY OF THE CURVE-AND-CULIS MECHANISM OF THE DRIVE OF CLEANING THE GRAIN BENCH

M.H.Saidov, Z.V. Kobuliev, H.M. Khojanazarov

Using the experiment planning method, the dimensions of the components of the rocker mechanism are theoretically determined. This method obtained information about the state of the rocker mechanism.

Key word: rocker mechanism, kinematic pair, level of variation, interval of variation, crank.

Сведения об авторах:

Саидов Мансур Харокулович – к.т.н., и.о.доцента кафедры Металлургия ТТУ им. ак. М.С.Осими. E-mail: mansur_saidov@mail.ru

Кобулиев Зайналобидин Валиевич – д.т.н., проф., член. - кор. АНРТ, директор Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии АН РТ, E-mail: kobuliev@mail.ru

Ходжаназаров Хайрулло Махмудхонович – ассистент кафедры «Технология, машины и оборудование полиграфического производства» ТТУ им. ак. М.С. Осими. E-mail: alesha--91@mail.ru.

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ФОРМИРОВАНИЯ ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРЫ ПАРКА МАШИН ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ДОРОГ ДОРОЖНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ТАДЖИКИСТАНА

С.А. Евтюков, С.В. Репин, О.К. Бобобеков

Правительство Таджикистана обратило особое внимание на благоустройство и реконструкцию автомобильных дорог районов и городов Республики. С связи объявлением 2019-2021 годы «Годами развития села, туризма и народных ремесел», однако недостаточная мощность парка машин для содержания дорог Республики

Таджикистана объясняется как неудовлетворительным объемом техники, так и значительной степенью изношенности машин, в результате чего простои машин для содержания дорог в силу их неработоспособности достигают 30% фонда рабочего времени.

***Ключевые слова**: методика, эксплуатация, формирование, машины, содержание дорог.*

Возрастная структура парка машин для содержания дорог (МСД) характеризует фактическое уменьшение степени их потребительских свойств относительно нового парка и уровеня его физического износа. Понижение производительности со сроком эксплуатации описывается показательным уравнением ниже:

$$P(t) = P(н) \times e^{K \times t}, \quad (1)$$

где *P(н)*·и *P(t)* – производительность новой техники и техники с возрастом *t* лет, соответственно; *k* – коэффициент, определяющий интенсивность падения производительности [1, 8].

Модель формирования основана на правильном подходе к разбиению парка МСД на возрастные группы (ВГ). Затем непрерывную функцию изменения (Кг) представляют в дискретном виде по интервалам периода эксплуатации *t* [2]:

$$k(t) = \exp(-\beta \cdot t); \quad t = 1.2 \ldots t_c, \quad (2)$$

где β – показатель, характеризующий интенсивность старения МСД, мес.$^{-1}$; t_c – время эксплуатации МСД до списания, мес.

Приступаем к рассмотрению парка МСД «А», подлежащего формированию. Парк разделен на возрастные группы с численностью a_i МСД в *i*-й возрастной группы, при этом $A = \sum a_i$. Среднемесячная наработка всех МСД *i*-й возрастной группы, маш.-час.:

$$Ta_i = T_i \cdot a_i, \quad (3)$$

а общая наработка парка «А» за месяц составляет $T a_i = \sum T_{ai}$.

Коэффициент готовности парка МСД «А» (*ka*) представляет собой количество МСД *i*-х возрастных групп (ka_i):

$$ka = \sum_{i=1}^{N} ka_i, \quad (4), \quad ka_i = \frac{k_i \cdot a_i}{A} \quad (5)$$

Расходы, связанные с содержанием МСД, рассматриваем как сумму двух составляющих: эксплуатационных расходов ($Zэ_i$) и расходов на владение [3, 4].

Эксплуатационные расходы увеличиваются по мере старения МСД:

$$Zэ_i = \frac{Zэ_0}{k_i}, \quad (6)$$

где $Zэ_0$ – среднемесячные расходы на эксплуатацию новой единицы МСД.

Месячные эксплуатационные расходы на МСД *i*-й возрастной группы парка «А» составляют:

$$Zaэ_i = Zэ_i \cdot a_i \cdot \quad (7)$$

Расходы на владение складываются в основном из амортизационных отчислений, равных $Cм/t_N$ (*См* – цена новой МСД), и расходов на заработную плату (*З*) машинистов.

Таким образом, суммарные расходы на содержание МСД парка «А» составляют:

$$Za_i = Zaэ_i + a_i\left(\frac{З + Cм}{t_N}\right). \quad (8)$$

Прибыль (*Pa*) и доход (*Ba*) от эксплуатации парка МСД «А» описываются следующим выражениями:

$$Ba = Ц_{м-ч} T_a, \quad (9)$$

$$Pa = Ba - \sum Za_i, \quad (10)$$

где $Ц_{м-ч}$ – стоимость машино-часа работы единицы МСД.

Допустим, что необходимо модернизировать парк МСД «А», для того чтобы достигнуть определенного уровня производственной мощности парка. Возможны следующие варианты формирования [7, 9]:

- покупка новых МСД по стоимости См в количестве *Nпок* (МСД поступают в первую возрастную категорию);
- продажа МСД разных возрастных категорий в количестве $Nпр_i$ по стоимости $Cпр_i$:
- покупка МСД с пробегом по стоимости *Снн* в количестве *Nнн* (МСД поступают в более высокую возрастную группу, подходящую их ТС);
- списание МСД в количестве *Nсп* с ликвидационной ценностью *Слик* (в большинстве случаев списываются МСД наибольшей возрастной категории).

Капитальные вложения в формирование парка МСД составят:

$$Z = Cм \cdot Nпок + Cнн \cdot Nнн - \sum Cпр_l \cdot Nпр_l + Zкк \cdot Nкк - Слик \cdot Nсп. \quad (1)$$

Применив указанные источники увеличения работоспособности парка, получаем из парка «А» измененный парк «В», с количеством b_i МСД в *i*-х возрастных группах [5]:

$$b_i = \begin{cases} (a_i + N_{пок}), i = 1; \\ a_i, i = 2; \\ (a_3 + N_{нн,}), i = 3; \\ (a_4 + N_{кр,}), i = 4; \\ (a_5 + N_{пр_5}), i = 5; \\ (6 + N_{кр,}), i = 6 \\ (a_N + N_{сп,}), i = N \end{cases} \quad (12)$$

с расходами на содержание Zb_i:

$$Zb_i = \begin{cases} b_i \cdot \left(\frac{Zэ_i + З + См}{t_N} \right), i = 1,2,6; \\ b_3 \cdot \left(\frac{Zэ_3 + З + a_3 \cdot См}{t_N} \right) + \frac{Nнн \cdot Снн}{(t_N - t_2)}, i = 3 \\ b_4 \cdot \left(\frac{Zэ_4 + З + См}{t_N} \right) + \frac{Zкк}{tкк}, i = 4 \\ b_5 \cdot \left(\frac{Zэ_5 + З + См}{t_N} \right) - \frac{Nпп_5 \cdot Спр_5}{(t_N - t_5)}, i = 5 \\ b_N \cdot \left(\frac{Zэ_N + З + См}{t_N} \right) - \frac{Nсп \cdot Слли}{(t_N - t_{N-1})}, i = N \end{cases} \quad (13)$$

$$\begin{cases} Z = См \cdot Nпро + Снн \cdot Nнн - Спр_5 \cdot Nпп_5 + Zкк \cdot Nкк - Слик \cdot Nсп \Rightarrow \min \\ 0 \le Z \le C_{инвест} \\ a_1 \ge Nпро \ge 0, a_3 \ge Nнн \ge 0, a_5 \ge Nпп \ge 0, a_6 \ge N \ge 0, a_N \ge Nсп \ge 0 \\ Nпро, Nнн, Nпп, Nкк, Nсс = целое \\ B \le B_{\max} \end{cases}$$

В формуле для b_i покупаемые новые МСД поступают в 1-ю возрастную категорию, а МСД с пробегом в 3-ю категорию, КР производится МСД 6-й категории, и после ремонта они переходят в 4-ю категорию. Продаются МСД 5-й возрастной категории. Списываются МСД последней возрастной категорий.

В формуле для Zb_i в знаменателе показаны временные промежутки, на которые выделяются соответствующие части капитальных вложений.

Формулы для b_i и Zb_i подлежат преобразованию. В виде целевой функции может выступать минимум капитальных вложений согласно назначенной величине наработки Tb, данной в ограничивающих условиях. Математическая модель имеет следующий вид [6, 7]:

Полученная модель является дискретной задачей линейного программирования.

Исходные данные (см. рис. 1): А=20 единиц МСД (КО-806-20), См=3,5 млн. руб., или 525 тыс. сом., (стоимость комбинированной машины КО-806-20), *Снн*=2,2 млн. руб., или 330 тыс. сом., $Спр_5$=1,0 млн. руб., или 150 тыс. сом., *Скр*=0,8 млн. руб., или 120 тыс. сом., *Слик*=0,2 млн. руб., или 30 тыс. сом., *tкр*=89,1687 мес., $Ц_{м\text{-}ч}$=1500 руб., или 225 сом., $Zэ_0$=0,087 млн. руб., или 13,05 тыс. сом., β=0,004 мес.$^{-1}$, T_0=210 маш.-час., $k_{\min}$=0,65, Δk=0,05, N=7, T_c=24500 маш.-час, *З*=34000 руб., или 5100 сом[2]

Значения ограничительных критериев: объем инвестиций на формирование парка МСД ($C_{инвест}$) = 24 млн. руб., или 3,60 млн. сом.; максимальное количество МСД в новом парке ($B_{\max}$) = 30; интервал значений необходимой наработки нового парка МСД (*Tb*) = 4800…8000 маш.-час.

Значения расходов (*Zb*), доходов (*Bb)* и прибыли *(Pa)* в итоговом столбце показаны в миллионах руб В процессе оптимизации возрастной структуры парка целевым функционалом может выступать не только минимальный. объем капитальных вложений, но и любые другие рассчитываемые показатели. Выбор целевой функции определяется конкретной целью [5]

[2] 10 рубль = 1,5 сомони (на 07.10.2017 по курсу Национальному банку Республики Таджикистана)

Оптимизация структуры парка ДСМ

Исходные данные			
См = 3500000	tкр = 89,1687	beta = 0,004	Тс, маш-ч = 18375
Спр= 1000000	Цмч = 1500	T_0 = 210	ΔTs = 2625
Снн = 2200000	Zs_0 = 87000	kmin = 0,65	З+См/$t_н$ = 66499
Скр = 800000	З = 34000	Δk = 0,05	
Слик = 200000		N = 7	

Возрастная группа								
Номер ВГ, i	1	2	3	4	5	6	7	Среднее
Параметры возрастных групп								
k_i	0,975	0,925	0,875	0,825	0,775	0,725	0,675	0,825
t_i, мес.	12,8	26,3	40,6	55,8	71,9	89,2	107,7	
Δt_i	12,8	13,5	14,3	15,2	16,1	17,2	18,5	
T_i,маш-ч	204,8	194,3	183,8	173,3	162,8	152,3	141,8	Сумма
$Zэ_i$	89231	94054	99429	105455	112258	120000	128889	0,75
Исходный парк машин (парк А)								Сумма
Исходное количество машин	1	1	2	2	2	5	7	20
Ta_i,маш-ч	204,9	194,4	367,6	346,5	325,5	761,3	992,3	3192
ka_i	0,049	0,046	0,088	0,082	0,077	0,181	0,236	0,760
Zza_i	89295	94118	198921	210909	224516	600000	902222	2,32
Zaiocti	66547	66544	133041	132998	132998	332495	465493	1,33
Za_i	155842	160663	331962	343907	357514	932495	1367715	3,65
Ba_i	307347	291574	551429	519750	488250	1141875	1488376	4,79
Pa_i	151505	130912	219466	175843	130736	209381	120661	1,14
Варианты корректировки структуры	"+" Хлок		"+" Хнн	"+" Хкр	"-" Хпр	"-" Хкр	"-" Хпс	
Искомые значения	3	0	5	3	1	3	4	Сумма
Капитальные вложения 10^{-6}	10,50	0,00	11,00	2,40	-1,00	0,00	-0,80	22,1
Измененный парк машин (парк В)								Сумма
Новое количество машин	4	1	7	5	1	3	4	23
Tb_i,маш-ч	745,9	194,4	1240,6	779,6	162,8	380,6	496,1	4000
kb_i	0,155	0,040	0,258	0,162	0,034	0,079	0,103	0,832
Zbz_i	325082	94118	671273	474545	112258	300000	451111	2,43
Zbiocti	242267	66544	423030	321675	66499	166247	194964	1,48
Zb_i	567349	160663	1094303	796220	178757	466247	646075	3,91
Bb_i	1118907	291574	1860830	1169438	244125	570938	744168	6,00
Pb_i	551558	130912	766528	373218	65368	104690	98113	2,09
							tок	23,22

Условия оптимизации		
→ min (ЦФ1)	<=23	
→ min (ЦФ2)	<=34	
→max (ЦФ3)	=>4000	<=5300
→max (ЦФ4)		
→ min (ЦФ5)		
→max (ЦФ6)		
→max (ЦФ7)		

Исходный парк А, ед.

Измененный парк В, ед.

Срок окупаемости, мес.

Рис. 1. Результаты решения задачи формирования парка в Excel [8]

Срок окупаемости вложений, обусловленный разностью прибыли от эксплуатации парков МСД:

$$t_{OK} = \frac{Z'}{(Pb - Pa)}, мес \quad . \qquad (15)$$

Срок окупаемости предусмотрен без рассмотрения влияния инфляции, налогов, дисконтирования [9]. Срок окупаемости (t_{OK}) в этом примере составит 21,01 мес.

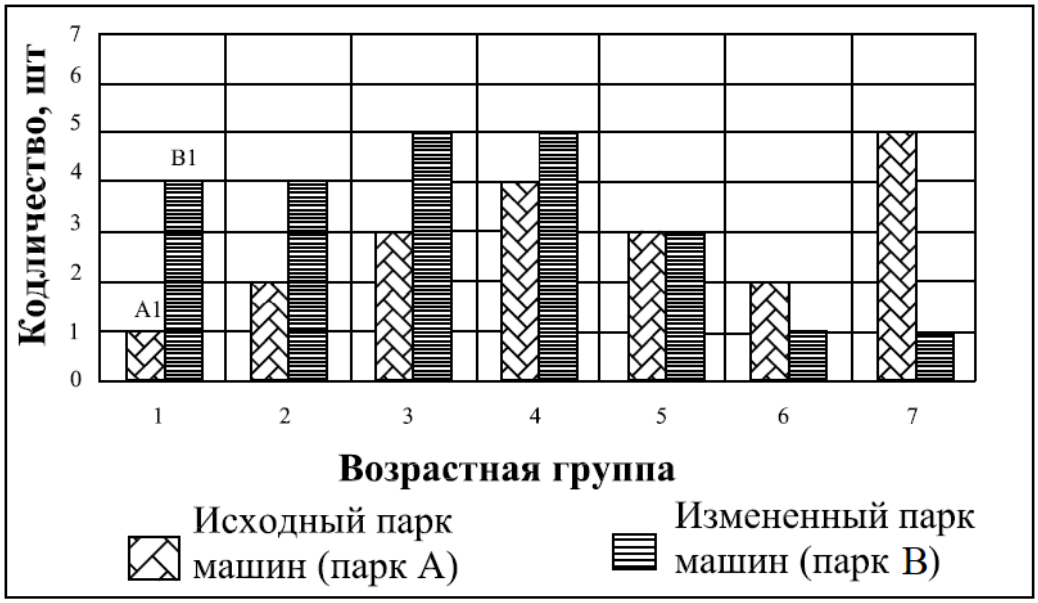


Рис. 2. Формирование возрастной структуры парка машин для содержания дорог

Выводы. Разработана методика формирования парка дорожно-эксплуатационные уп-равления города. Изложенная методика дает возможность формировать варианты обновления, приобретения, модернизации и ремонта парка машин для содержания дорог.

Литература:

1.Баркалов, С.А. Решение оптимизационных задач при формировании программ строительных организаций и структур ЖКХ территориального комплекса. /С.А. Баркалов, Э.В. Сазанов, А.М. Котенко, Н.А. Шульженко //Известия вузов: Строительство. – 2002.–№12.–стр. 49–54.

2.Бобобеков О. К. Факторы, влияющие на производительность дорожно-строительных и коммунальных машин. // Вестник гражданских инженеров: научно-технический журн. – 2015. - №6(53). 180-184 с.

3.Бобобеков О. К. Влияние природно-климатических особенностей горных регионов Таджикистана на работу водителей. 2015. - №5(52). 206-210 р.

4.Вегер, Л. Л. Обновление машинных парков: проблема эффективности. /Вегер Л.Л— М.: Наука,1990. 120 с.

5.Евтюков, С.А., Бобобеков О. К., Хасанов Н. М. Основные принципы управления дорожно-строительных и коммунальных машин (ДСиКМ). Вестник Таджикского национального университета. №1/1(192),2016.−167 с.

5.Евтюков, С.А., Бобобеков О. К. Методы определения жизненных циклов и влияния капитального ремонта на долговечность дорожно-строительных и коммунальных машин. Вестник гражданских инженеров: научно-технический журн. – 2016. - №3(56). 198-202 с.

6.Репин С. В., Зазыкин А. В., Рулис К. В., Ховалыг Н.-Д. К. Методика обновления регионального парка транспортно-технологических машин на основе экономических критериев. Вестник гражданских инженеров: научно-технический журн. – 2016. - №3(56). 209-217 с.

7.Репин, С. В., Евтюков С. А., Зазыкин А. В., Рулис К. В. Надежность и эффективность эксплуатации транспортно-технологических машин. Монография. СПб, ИД «Петрополис»,2017 г.— 396 с.

8.Ховалыг Н-Д.К. Методика формирования структуры парка строительных машин на основе анализа жизненного цикла / А.В. Зазыкин, Н-Д.К. Ховалыг // Актуальные проблемы современного строительства. 64-я Междунар. научно-технич. конф. молодых ученых, посвященная 300-летию со дня рождения М. В. Ломоносова. − СПб: СПбГАСУ, 2011. − Ч. I. −С. 167-174.

ТАҲИЯИ УСУЛҲОИ МУНОСИБ БА СОХТОРИ СИННУ СОЛИ МОШИНҲО БАРОИ НИГОҲДОРИИ РОҲҲОИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

С.А. Евтюков, С.В. Репин, О.К. Бобобеков

Ҳукумати Тоҷикистон барои ободу зебо гардонидан ва азнавсозию барқароркунии роҳҳои автомобилгарди шаҳру ноҳияҳо ахамияти зиёд дода

истодааст. Солҳои 2019-2021 «Солҳои рушди деҳот, сайёҳӣ ва ҳунарҳои мардумӣ» эълон карда шуд, вале иқтидори парки мошинҳо барои нигоҳдории роҳҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон нокифоя буда, аксарияти мошинҳо корношоям ва 30% вақти кориро ташкил медиҳанд.

Калимаҳои калидӣ: усули истифода, ташаккул, мошинҳо барои нигоҳдории роҳҳо.

DEVELOPMENT OF METHODS OF OPTIMIZATION OF AGE STRUCTURE OF CARS FOR THE MAINTENANCE OF ROADS IN TAJIKISTAN

S. A. Evtykov, S.V. Repin, O. K Bobobekov

The Government of Tajikistan has paid particular attention to the improvement and reconstruction of roads in the districts and cities of the Republic. Due to the announcement of 2019–2021 as the Year of Rural Development, Tourism and Folk Crafts, however, the insufficient capacity of the road maintenance park due to their inoperability reach 30% of the fund of working time.

Key words: methods, operation, formation, road maintenance machines.

Сведения об авторах:

Евтюков Сергей Аркадьевич, д-р техн. наук, проф., Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет Email: s.a.evt@mail.ru

Репин Сергей Васильевич, д-р техн. наук, проф., Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет Email: repinserge@mail.ru

Бобобеков Орифджон Кобилович, ст. преподаватель Таджикский технический университет. Email: orifjon-1986@mail.ru

УДК 553.611.5 (575.3)

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОТРАБОТАННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ

Ф.С. Бодурбеков, М.Ю. Юнусов

ТТУ им. акад. М.С.Осими, г.Душанбе, Республика Таджикистан

В работе представлены результаты исследований возможности получения пластичных смазочных материалов на основе отработанных минеральных моторных масел автомобильных двигателей.

***Ключевые слова**: автомобили, отработанное моторное масло, вторичные продукты производства хлопковых масел, пластичные смазочные материалы.*

В эпоху развития технических систем ни одну машину не-возможно представить без трибоузлов и смазочных материалов. Интенсивность использования, высокие скорости механизмов, большие нагрузки, тепловые напряжения и т.п. приводят к старению смазочных материалов. С точки зрения экологически рационального использования отходов, в т.ч. и отработанных масел, большое значение имеет утилизация и вторичное использование последних после их очистки. Решение данной проблемы нужно рассматривать как составную часть глобальной проблемы охраны окружающей среды, поскольку не менее 90% сырья, возобновляемого ежегодно и извлекаемого из недр планеты, идет в отходы, загрязняющие биосферу [1].

Отработанные моторные масла (ММО) двигателей внутреннего сгорания (ДВС) представляют серьёзную угрозу окружающей среде. В отличие от других видов масел, в составе современных моторных масел содержится пакет присадок самого различного функционального назначения. В результате исследований выявлено, что при старении минеральных моторных масел, т.е. нефтяного происхождения, полностью не исчерпывается ресурс присадок в составе масла [2].

В связи с этим можно заключить, что применение отработанных моторных масел в качестве дисперсионной среды пластичных смазок общего назначения имеет большое экономическое и экологическое значение.

До сих пор в слабо нагруженных узлах трения машин и механизмов одними из широко применяемых смазок общего назначения являются солидолы.

Для получения солидола используют кальциевые мыла. Кальциевые смазки на основе дистиллированных жирных кислот производства хлопкового масла (ДЖК) мало изучены. Введение щелочи в процессе приготовления, кроме прочих условий, играет немаловажную роль в структурообразовании этих смазочных материалов. Известно, что улучшение реологических свойств

наблюдается при увеличении щелочности до 0,12 % в пересчете на NaOH [3].

С целью выявления оптимальной концентрации избыточного введения щелочи были приготовлены смазки на однородной дисперсионной среде (МГ-22А). Как видно (табл. 1), лучшие смазки получаются при щелочности 0,09 % NaOH или 20 % избыточного введения Ca $(OH)_2$, при концентрации загустителя 25%. При этом необходимо отметить, смазки всего расчетного масла.

Для изучения влияния природы дисперсионной среды на структуру получаемых пластичных смазочных материалов в качестве таковых было выбрано отработанное моторное масло на нефтяной основе после 6540 часов эксплуатации в двигателе.

Известно, что отработанные масла характеризуются повышенным содержанием смолистых веществ и других продуктов окисления, обладающих сложным химическим составом. Являясь наиболее полярными компонентами нефтяных масел, в составе которых сконцентрирована основная масса сернистых, кислородных и азотистых соединений, смолы характеризуются как поверхностно-активные вещества (ПАВ) и могут существенно влиять на свойства смазок. Согласно исследованиям Ребиндера [4], в основе механизма их действия лежит эффект пептизации и стабилизации структурных элементов коллоидных систем.

Таблица 1

Влияние избытка щелочи на свойства кальциевых смазок на основе дистиллированных жирных кислот хлопкового масла (дисперсионная среда – МГ-22А)

№ п/п	Концентрация загустителя, %	Избыток $Ca(OH)_2$, %	Предел прочности на сдвиг, Па при ^0C		Коллоидная стабильность, %	Температура каплепадения, ^0C	Щелочность, % в пересчете на NaOH	Содержание воды, %
			20	50				
1	20	5	Масло отделилось					
2	20	10	140	20	12.0	86	0.09	1.4
3	20	20	470	250	6.2	91	0.04	1.8
4	22	5	Масло отделилось					
5	22	10	180	30	11.1	88	0.12	1.4
6	22	20	700	410	4.1	96	0.08	1.9
7	25	10	340	110	9.2	92	0.10	1.2
8	25	20	740	410	3.4	103	0.09	2.5

Небольшое повышение доли ММО (Рис. 1, точка МГ-22А:ММО = 80:20 %) в дисперсионной среде, характеризующееся увеличением до определенной степени смолистых веществ (ПАВ), вызывает повышение прочности системы.

Это, по-видимому, объясняется увеличением количества структурообразующих элементов и числа контактов в единице объема. При дальнейшем повышении концентрации ПАВ (доли ММО) вследствие их адсорбции на частицах загустителя блокируются места возможных контактов структурных элементов.

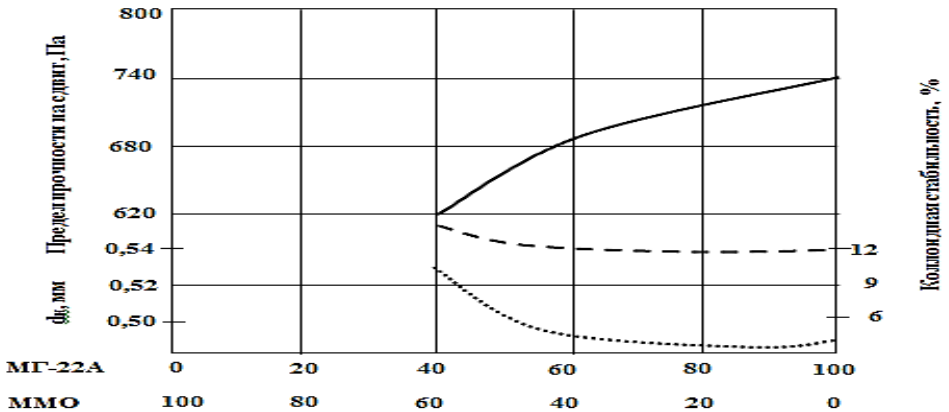


Рис. 1. Реологические и триботехнические свойства кальциевых смазок на загустителе – ДЖК (25%) и дисперсионной среде ММО (после отстоя) +МГ-22А

——————— - *предел прочности сдвиг, Па*

..... - *коллоидная стабильность, %*

- - - - - - - - - - - - - - *диаметр пятна износа, мм*

Это снижает энергию взаимодействия частиц загустителя, вызывает уменьшение прочности структурного каркаса. Значительное количество ПАВ, адсорбированное на поверхности частиц загустителя уменьшает также и силы взаимодействия между дисперсионной средой и дисперсной фазой, и создавая надмицеллярные структуры, приводит к полному разрушению структуры смазки, то есть смазка обладает крайне слабыми реологическими и поверхностными свойствами.

Установлено, что [5] для получения более стабильных кальциевых смазок, достаточно подвергнуть ММО одноступенчатой контактной очистке (КО-1) бентонитовыми глинами месторождения Шаршар, расположенного на юге Таджикистана (рис.2).

При этом не наблюдаются экстремальные изменения реологических и триботехнических свойств, как в случае с дисперсионной средой на базе собственно ММО.

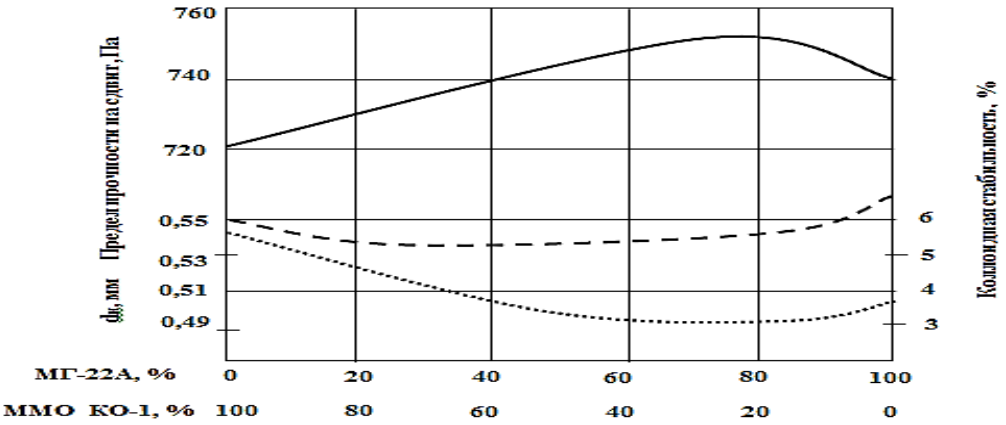


Рис. 1. Реологические и триботехнические свойства кальциевых смазок на загустителе – ДЖК (25%) и дисперсионной среде ММО (КО-1) +МГ-22А

——————— - *предел прочности сдвиг, Па*

..... - *коллоидная стабильность, %*

- - - - - - - - - - - - - - *диаметр пятна износа, мм*

Однако необходимо отметить, что в обоих случаях оптимальным вариантом полученных смазок является точка, соответствующая 20% МГ-22А и 80% остальному компоненту (табл. 2). При этом, кроме показателя коллоидной стабильности, значения других параметров остаются почти неизменными.

Следовательно, в качестве дисперсионной среды кальциевых смазок типа Солидол на основе ДЖК, можно применить ММО после отстоя, без предварительной очистки известными способами. В промышленном масштабе экономичность данной схемы очевидна.

Таблица 2

Качество кальциевых смазок

Показатели	Смазки	
	Дисперсионная среда ММО (КО-1) + МГ-22А	Солидол Ж
Предел прочности на сдвиг, Па: при 20^0С при 50^0С	750 340	300 – 600 200 – 350
Коллоидная стабильность, %	3,2	7 – 13
Температура каплепадения, ^{0}С	101	75-87
Смазочные свойства: - критическая нагрузка заедания, Н - нагрузка сваривания, Н - диаметр пятна износа, мм	880 1760 0.54	700-800 1580-1600 0.64

Литература:

1.Евдокимов А.Ю. Смазочные материалы и проблемы экологии / Евдокимов А.Ю., Фукс И.Г., Шабалина Т.Н., Багдасаров Л.Н. – РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. – М.: ГУП Издательство «Нефть и газ», 2000. – 424 с.

2.Джамалов А.А., Евдокимов А.Ю., Юнусов М.Ю. Отработанные масла – как дисперсионная среда пластичных смазок // Тезисы докл. Всесоюз. науч. – тех. Конф. «Теория и практика рационального использования горюче – смазочных материалов в автотранспортном и с/х машиностроении» - Челябинск , 1991. – С.140 – 141.

3.Юнусов М.Ю., Сохибов Н.Б., Бердиев А.Л., Хусейнов Х.Б. Влияние типа и концентрации моюще-диспергирующих присадок на реологические и триботехнические свойства смазок // Материалы респуб. научно-практ. конф. «Достижение инновационной технологии композиционных материалов и сплавов для машиностроения», 3-4 января 2014 г. – Душанбе, 2014. – С.30-31.

4.Ребиндер П.А., Фукс Г.И. Проблемы современной коллоидной химии // Успехи коллоидной химии. – М.: Наука, 1973. – С. 5 – 8.

5.Юнусов М.Ю., Кариев А.Р., Джамалов А.А. и др. //Иследование сорбционных свойств бентонитовых глин палеогена Юго-Западного Таджикистана – ДАН Тадж. ССР т. 34, №1, 1991, С. 50-53.

ИСТИФОДАИ САМАРАНОКИ РАВҒАНҲОИ ПАРТОВИИ МИНЕРАЛИИ МУҲАРРИКӢ

Ф.С. Бодурбеков, М.Ю. Юнусов

Дар мақола натиҷаҳои тадқиқот оид ба муайян намудани имконияти ба даст овардани хамираравғанҳои пластикӣ дар асоси равғанҳои партовии муҳаррикҳои дарунсӯзи нақлиёти автомобилӣ пешниҳод гардидааст.

Калимаҳои калидӣ: автомобилҳо, равғанҳои партовии муҳаррикӣ, маҳсулоти коркарди истеҳсоли равғани пахта, хамираравғани пластикӣ.

RATIONAL USE OF WASTE ENGINE MINERAL OIL

F.S.Bodurbekov, M.U.Yunusov.

The article presents the results of studies on the possibility of obtaining plastic lubricants based on waste mineral motor oils of automobile engines.

Key word: automobiles, waste motor oil, cotton oil afterproducts, grease.

Сведения об авторах:

Бодурбеков Фарид Сарадбекович – 1984 года рождения, окончил Таджикский технический университет им. акад. М.С.Осими (2009г) по специальности «Организация движения», старший преподаватель, автор свыше 20 научных работ. (E-mail: vilos84@mail.ru). Тел.: 935073230

Юнусов Мансур Юсуфович – 1963 года рождения, окончил Таджикский технический университет им. акад. М.С.Осими (1986), кандидат технических наук, заведующий кафедрой “ЭАТ”, автор свыше 80 научных работ, научное направление проблемы автотранспортного комплекса и ресурсосберегающие технологии.

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ КОНСТРУКЦИЙ КАРЬЕРНЫХ И СТРОИТЕЛЬНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ

Х. Н. Султонов

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Выполнен анализ технического уровня конструкций выпускаемой продукции российских и постсоветских пространств производителей карьерных и строительных экскаваторов с учетом спроса этой техники в различных отраслях промышленности в зависимости от их технических параметров. Для выявления тенденции, используя зависимости таких критериев как: энерговооруженность, теоретическая энергоемкость и удельная материало-емкость от веса машин, и выполнен статистический анализ. Аппроксимирующие полученные зависимости кривых были получены методом «наименьших квадратов уклонений» при максимальном значении критерия Пирсона - «χ^2».

Ключевые слова: *карьерные и строительные экскаваторы, технический уровень, конструкция, энерговооружен-*

ность, теоретическая энергоемкость, материалоёмкость.

Технология выемки и погрузка полезных ископаемых и строительных материалов на современных карьерах, разрезах и строящих строительных объектах основана на применении копающих и погрузочно-разгрузочных машин большой единичной мощности. Высокая производительность работ этих машин постоянно обеспечивается наращиванием увеличения конструктивных элементов без изменения их принципа работы. Например, производительность экскаваторов, как основного выемочного и погрузочного оборудования для строительных объектов и карьеров, наращивают путем увеличения вместимости ковшей, длин рукоятей и стрел при нелинейном увеличении их габаритов, массы и энерговооруженности. Однако технический уровень этих машин в настоящее время достиг такого, при котором возможности их дальнейшего развития стали близки к предельным.

С другой стороны, увеличение объемов горных и строительных работ, внедрение современного передового транспортно-технологического оборудования на карьерных и строительных объектах и применение разных типов экскаваторов с различными типоразмерами для повышения производительности труда и снижение себестоимости выполняемых работ стали основными факторами, определяющими большой спрос экскаваторной техники.

Выбор вместимости ковша экскаватора и грузоподъемности авто-самосвала считается ключевыми парамет-рами в мировой практике для формирования экскаваторно-автомобильных комплексов по принципу оптимальной погрузки в 3-5 циклов экскавации.

Анализ потребности в погрузочных машинах показывает, что начиная с 2000-х годов, выпуск гидравлических экскаваторов для горных и строительных предприятий в 3-5 раз превышает производство механических лопат. Однако долю объема покупки гидравлических машин более 70% составляют экскаваторы с ковшом менее 20м^3. Это объясняется тем, что применение крупных типоразмеров гидроэкскаваторов при вместимости ковша более 30м^3 утрачивают свои технологические преимущества, а их меньший в 2-3 раза срок эксплуатации и высокая себестоимость экскавации при сравнимой с мехлопатами стоимости делает выбор в пользу мощных мехлопат [1].

В настоящее время на постсоветском пространстве производство одноковшовых экскаваторов в основном сосредоточено на таких предприятиях, как ОАО «Уралмашзавод» (УЗТМ) и ООО «ИЗ-КАРТЕКС» (Ижорские заводы, Россия), а также Ново-Краматорском (НКМЗ), Донецком машиностроительных заводах (ДМЗ, Украина).

Для оценки технического уровня разных модификаций карьерных и строительных экскаваторов, имеющих различные технико-экономические и эксплуатационные показатели (массу, длину конструкции стрелы, вместимость ковшей, производительность, мощность, расчетную продолжительность цикла и другие), используют в сопоставлении основные технические параметры или показатели качества. Одним простым показателем относительной массы является отношение массы экскаватора к вместимости его ковша: $m_э/E$(т/м^3), а также показатель относительной мощности, представляющий собой отношение мощности привода к вместимости ковша: $N_п/E$(кВт/м^3).

В целом такие показатели как длины стрел экскаваторов и тем самым объем работы по перемещению груза, которые каждые из них в состоянии совершить, не учитывают, но, однако, масса экскаватора пропорциональна к вместимости ковша и длины стрелы, которые позволяет учитывать показатели относительной массы и энерговооруженности в качестве объективного критерия, оценивающего технический уровень оборудования.

Для оценки качества конструкций карьерных и строительных экскаваторов с вместимостью ковша от 4,6 – 20м^3 с гидравлических и механических лопат основных производителей в РФ ОАО «Уралмашзавод» и ООО «ИЗ-КАРТЕКС им. П.Г.Коробкова» воспользуемся следующими критериями технического уровня их конструкций [2, 3]:

-энерговооруженность (H_{W_N}) - отношения установленной мощности привода экскава-тора - $N_п$ к его весу - $m_э$:$H_{W_N} = \frac{N_п}{m_э}$, Вт/т (1)

-теоретическая энергоемкость работы экскаватора (H_{W_A}) на период одно-го его рабочего цикла - отношения величины,

выполненной за цикл физической работы к геометрическому объему его ковша - E.

$$H_{W_A} = \frac{N_п t_{цп}}{E}, \text{Нм/м}^3 \quad (2)$$

где $t_{цп}$ – время одного рабочего цикла экскаватора при паспортном угле - $\varphi_п$ поворота на выгрузку равном $\varphi_п = 0{,}5\pi$, с.

- **удельная материалоемкость** (H_{W_M}) - отношения теоретической энергоёмкости - H_{W_A} к энерговооруженности -H_{W_N}

$$H_{W_M} = \frac{H_{W_A}}{H_{W_N}} = \frac{m_э t_{цп}}{3{,}6 \cdot 10^3 E}, \frac{\text{т}}{\text{м}^3/\text{час}} \quad (3)$$

Для корректной оценки технического уровня конструкций российских производителей экскаваторов с вместимостью ковшей от 4,6 до 20 м^3, используя теорию анализа случайных величин, по методике, разработанной проф. Е.С. Венцель, отражающей современное представление о статистическом анализе случайных величин, выполним статистический анализ величин энерговооруженности - H_{W_N}, теоретической энергоемкости работы экскаватора - H_{W_A}, удельной материалоемкости - H_{W_M}, от веса его конструкции [4].

Методика включает аналитическую аппроксимацию зависимостей энерговооруженности - $H_{W_N}(m_э)$, теоретическую энергоемкость работы экскаватора -$H_{W_A}(m_э)$ и удельную материалоемкость конструкции экскаватора от его веса - $H_{W_M}(m_э)$ оцениваемого по максимальной величине критерия Пирсона - χ^2; вычисление математических ожиданий - $M(H_{W_N})$;$M(H_{W_A})$; $M(H_{W_M})$, дисперсий $D(H_{W_N})$;$D(H_{W_A})$,$D(H_{W_M})$, и коэффициентов вариации - $k_v(H_{W_N})$,$k_v(H_{W_A})$,$k_v(H_{W_M})$, по формулам:

$$M(i) = \frac{\sum_{j=1}^{k} W_j}{n},$$

$$i = 1,2,\dots,n; j = 1,2,\dots,k \quad (4)$$

$$D(i) = \frac{\sum_{j=1}^{k}(W_j - M_i)^2}{n-1}, \quad i = 1,2,\dots,(n-1); \; j = 1,2,\dots,k \quad (5)$$

$$k_v(i) = \frac{\sigma(i)}{M(i)} \quad (6)$$ где $\sigma(i)$ – среднеквадратичное отклонение, определяющее по формуле, как: $\sigma(i) = \sqrt{D(i)}$ (7)

Выполненная оценка технического уровня конструкций российских производителей экскаваторов с вместимостью ковшей от 4,6 до 20 м^3 по выше упомянутой методике позволила получить аналитические зависимости критериев технического уровня от веса экскаваторов (см. таблицу 1).

Таблица 1

Аналитические зависимости критериев технического уровня от веса экскаваторов

Критерий технического уровня карьерного экскаватора	Формула аппроксимации	Критерий Пирсона - χ^2
Энерговооруженность, $\frac{\text{кВт}}{\text{т}}$	$H_{W_N}(m_э) = 0{,}00179 m_э - 6 \cdot 10^{-7} m_э^2 + 0{,}908$	0,970
Теоретическая энергоем- кость экскавации, $\frac{\text{кНм}}{\text{м}^3}$	$H_{W_A}(m_э) = 0{,}050 m_э^{0{,}38}$	0,345
Удельная материалоемкость , $\frac{\text{т}}{\text{м}^3/\text{час}}$	$H_{W_M}(m_э) = 0{,}0549 m_э^{0{,}305}$	0,229

Аналитические зависимости, приведённые в таблице 1, представлены на рисунках 1, 2 и 3, соответственно.

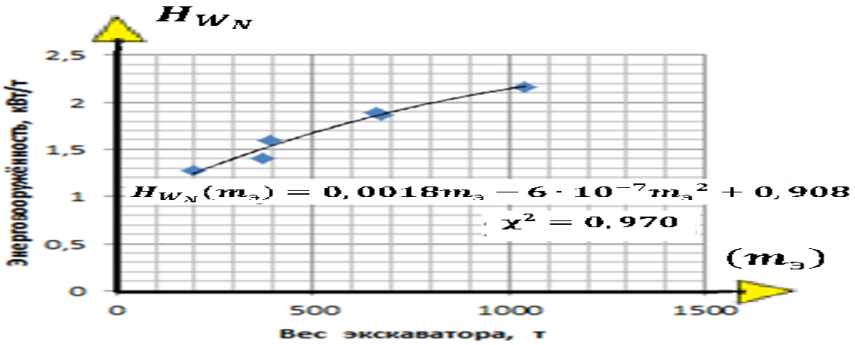


Рис.1.Зависимость энерговооружен-ности от веса экскаватора

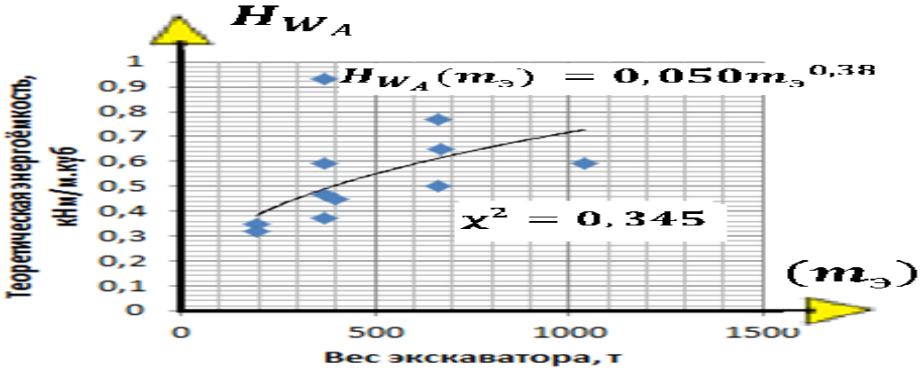


Рис.2. Зависимость теоретической энергоемкости работы экскаватора от его веса

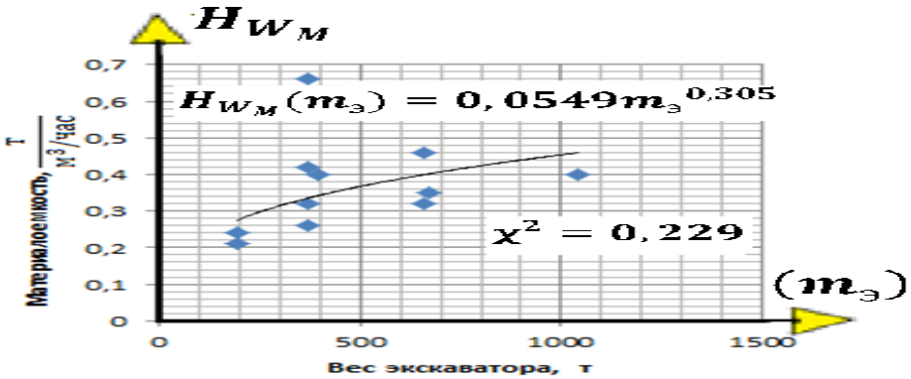


Рис.3. Зависимость удельной материалоемко-ти конструкции экскаватора от его веса

Результаты расчета статистических параметров экскаваторов, полученных по формулам (4), (5), (6) и (7), представлены в таблице 2.

Таблица 2

Оцениваемые критерии	Критерий технического уровня карьерного экскаватора		
	Энерговоору-жённость, $\frac{кВт}{т}$	Теоретическая энергоемкость экскавации, $\frac{кНм}{м^3}$	Удельная материалоемкость, $\frac{т}{м^3/час}$
Математическое ожидание - $M(i)$	1,684	0,532	0,361
Дисперсии $D(i)$	0,109	0,030	0,013
Среднеквадратичное отклонение - $\sigma(i)$	0,328	0,174	0,120
Коэффициент вариации -$k_v(i)$	0,189	0,319	0,323

Анализ статистической обработки критериев технического уровня карьерных и строительных экскаваторов (таблица 1и 2) показал, что:

- величины энерговооруженности, теоретической энергоемкости экскавации и материалоемкости конструкции экскаватора с увеличением его веса по степенной зависимости (при критериях Пирсона равных $\chi^2(H_{W_N}) = 0,970$; $\chi^2(H_{W_A}) = 0,345$; и $\chi^2(H_{W_M}) = 0,229$, соответственно) нелинейно возрастают;
- критерий характеризующий:

• **энерговооруженность экскаватора** наибольшее значение имеет модель ЭКГ-20А ($H_{W_N} = 2,12\frac{кВт}{т}$); наименьшее значение имеет модель экскаватора ЭКГ-5А ($H_{W_N} = 1,21\frac{кВт}{т}$); при математическом ожидании $M(i) = 1,684$ кВт/т и коэффициенте вариации $k_v(i) = 0,189$.

•**теоретическая энергоемкость работы экскаватора**

наибольшее значение имеет модель ЭКГ- 4ус ($H_{W_A} = 0,92$ кНм/м³); наименьшее значение имеет модель ЭКГ-5А ($H_{W_A} = 0,33$ кНм/м³);при математическом ожидании $M(i) = 0,532$ кНм/м³ и коэффициенте вариации $k_v(i) = 0,319$.

• **удельная материалоемкость конструкции экскаватора**

наибольшее значение имеет модель ЭКГ- 4ус ($H_{W_M} = 0{,}66\ \frac{т}{м^3/час}$); наименьшее значение имеет карьерный экскаватор модели ЭКГ - 4,6Б ($H_{W_M} = 0{,}22\ \frac{т}{м^3/час}$); при математическом ожидании $M(i) = 0{,}361 \frac{т}{м^3/час}$ и коэффициенте вариации $k_v(i) = 0{,}323$.

Таким образом, представленный анализ позволит целесообразно произвести выбор конкретного оборудования для выполнения определённых технологических процессов с учетом вышеперечисленных параметров и критериев.

Литература:

1.Н.И. Паладеева. Современные тенденции рынка экскаваторов для горных предприятий «Горное оборудование и электромеханика» №5, 2011, с. 10-14.

2.В.С. Квагинидзе, В. Ф. Петров, В.Б. Корецкий. Эксплуатация карьерного оборудования. – М.: Изд-во МГГУ, «Горная книга», 2007. – 587 с: ил. (ОСВОЕНИЕ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ)

3. В.С. Квагинидзе, Ю.А. Антонов, В.Б. Корецкий, Н.Н.Чупейкина. Экскаваторы на карьерах. Конструкция, эксплуатация, расчет: Учебное пособие. - М.: Изд-во МГГУ «Горная книга», 2009, 409 с. с ил.

4.Е.С. Венцель. Теория вероятностей. – М.: «Наука», 1964, 576 с. ил.

БАҲОДИҲИИ САТҲИ ТЕХНИКИИ КОНСТРУКСИЯИ ЭКСКАВАТОРҲОИ КАРЙЕРӢ ВА СОХТМОНӢ

Х.Н. Султонов

Дар мақолаи мазкур таҳлили сатҳии техникии экскаваторҳои карйерӣ ва сохтмонии истеҳсолкунандаҳои Федератсияи Россия ва мамлакатҳои муштарак-ул-манофеъ вобаста бо параметрҳои техникии онҳо бо назардошти талаботи соҳаҳои гуногуни саноат бар онҳо гузаронида шудааст. Барои муайян намудани тамоюли талабот аз параметрҳои муҷаҳҳазии энергия, энергиягуҷоиши амалӣ ва материалғунҷоиши нисбӣ вобаста аз вазни мошинҳо истифода шуда, таҳлили статистикӣ оварда шудааст. Бо истифода аз усули “Хурдтарин моилии квадратӣ” ҳангоми қиммати максималии критерияи Пирсон - «χ^2» апроксиматсияи вобастагии хамиҳо муайян карда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: экскаваторҳои карйерӣ ва сохтмонӣ, сатҳи техникии конструксия, муҷаҳҳазии энергия, энергиягуҷоиши амалӣ, материалғунҷоиши нисбӣ.

EVALUATION OF THE TECHNICAL LEVEL OF STRUCTURES MINING AND CONSTRUCTION EXCAVATORS

H.N. Sultonov.

The analysis of the technical level of structures of manufactured products of Russian manufacturers of mining and construction excavators is made taking into account the demand of these equipment in various industries, depending on their technical parameters. To identify the trend, that is, the dependence of such criteria as: energy, theoretical energy intensity and specific material intensity on the weight of machines performed statistical analysis. The curves approximating the obtained dependences were obtained by the method of "least squares of deviations" at the maximum value of Pearson's criterion -«χ^2».

Key words: mining and construction excavators, the technical level, construction, power supply, theoretical power consumption, material consumption

Сведения об авторе:

Султонов Хайдар Назарович кандидат.техничес. наук, и.о. доцента каф. «ДМ и МСР» Таджикский технический университет имени. Академика . М.С.Осими
E-mail: Sultonov-1963@mail.ru,

RADIATIVE HEAT TRANSFER IN THE FURNACE SPACE WITH VARIABLE VOLUME

P.S.Khujaev, R.G Abdullaev, A.J. Rahmonzoda
Technical University named after academician M. S. Osimi.

The article presents the basic formulas for boilers on solid fuel with movable grate. Calculations show that the change in volume of the furnace leads to a change in radiant heat transfer.

Key words:*Boiler, solid fuel fireplace, grate, the products of combustion.*

Introduction. Hot water boilers for solid fuels include furnace grate, heat perceiving flues and a number of supporting elements [1, 2]. In some cases, for the combustion of various

fuels and the need to control the temperature of the combustion products, used boilers with moving grate.

In furnaces with a movable grate, heat treatment varies depending on the position of the grate (Fig. 1). Geometrical characteristics of the furnace are shown in Table. 1.

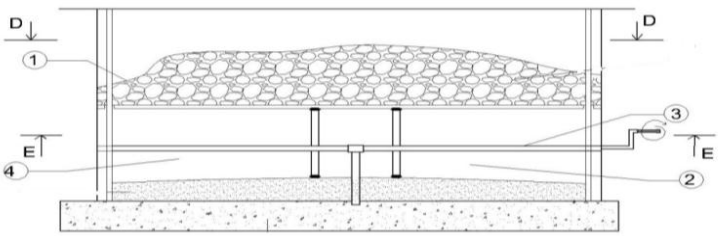


Fig. 1. Sema furnace with moving grate.

The combustion chamber and flues boiler radiant heat exchange occurs between the gas (combustion products) and limiting gas surfaces of the combustion chamber and flues. In this case, part of the energy-emitted gas is absorbed by the surfaces, and part of it is reflected into the gas. The resulting heat flow between the gas and the surface defined by the difference between the amount of energy emitted by the gas on the
surface, and the amount of energy abso bed by the gas from the radiation surfaces.

Table 1

Geometric characteristics of the furnace

The surface of the walls		**The volume of the combustion chamber**	
Name	Value	Name	Result
The surface of the hearth furnace, m^2	0,2826	The volume of the furnace	$1{,}1304 \cdot 10^{-1}$
The lateral surface of the furnace, m^2	0,7536		
The ceilingof the furnace, m^2	0,27033	The volume of the central flue pipe	$9{,}8125 \cdot 10^{-3}$
The inner surface of the penny-General flue pipe, m^2	0,314		
The surface of the ceiling flue pipe , m^2	$1{,}2265 \cdot 10^{-2}$		
Total	$H_{ст} = 1{,}632795$ м^2	Total	$V_т = 1{,}228525 \cdot 10^{-1}$ м^3

Calculated equation for determining the heat flux $q_{г,с}$ transmitted from the surface of the gas, that limiting the gas

$$q_{г,с} = C_0 \frac{\varepsilon_с + 1}{2}\left[\varepsilon_г \left(\frac{T_г}{100}\right)^4 - A_г \left(\frac{T_с}{100}\right)^4\right] \quad (1)$$

Where: $T_г$ – the gas temperature; $T_с$ –surface temperature; $\varepsilon_с$ –the emissivity of the surface; $\varepsilon_г$ – the emissivity of the gas; $A_г$ –absorbance of gas at the surface temperature.

The degree of blackness of flue gases is defined by the formula

$$\varepsilon_г = \varepsilon_{CO_2} + \varepsilon_{H_2O} \quad (2)$$

Where: ε_{CO_2} и ε_{H_2O} –the emissivity of carbon dioxide and water vapor.

For determination of the law of variation of the degree of the emissivity of gases in the combustion chamber with a variable volume, combustion chamber will specify distribution of degree of gas blackness by second-degree polynomial

$$\bar{\varepsilon}_г = a + b\bar{t} + c\bar{t}^2 \quad (3)$$

Where: $\bar{t}$ –the relative temperature in the combustion chamber, $\bar{t} = t/t_т$; $\bar{\varepsilon}_г$ –the relative degree of blackness of gas; $\bar{\varepsilon}_г = \varepsilon_{г,t}/\varepsilon_{г,t_0}$- degree of gas blackness at temperature *t*; $\varepsilon_{г,t_0}$ – emissivity of gas at gas outlet flue of the boiler; *a,b and c* polynomial coefficients are determined from the known boundary conditions

$$\left.\begin{array}{lll} \text{при } \bar{t}=0; & \frac{d\varepsilon_г}{d\bar{t}}=0; & b=0 \\ \text{при } \bar{t}=0; & \bar{\varepsilon}_г=1 & a=1 \\ \text{при } \bar{t}=1 & \bar{\varepsilon}_г=0{,}45 & c=0{,}55 \end{array}\right\} \quad (4)$$

In view of the found coefficients (3) polynomials of degree distribution of gases in the furnace blacks will have the form

$$\bar{\varepsilon}_г = 1 - 0{,}55\bar{t}^2 \quad (5)$$

Graph of the changes of the degree of gas blackness that built on the obtained dependence is shown on Fig. 2. A comparison of Fig. 2 with the calculated data given in the technical literature shows a good match. The graph on Fig. 3 shows the values $\bar{\varepsilon}_г$ for various values of the position of the grate.

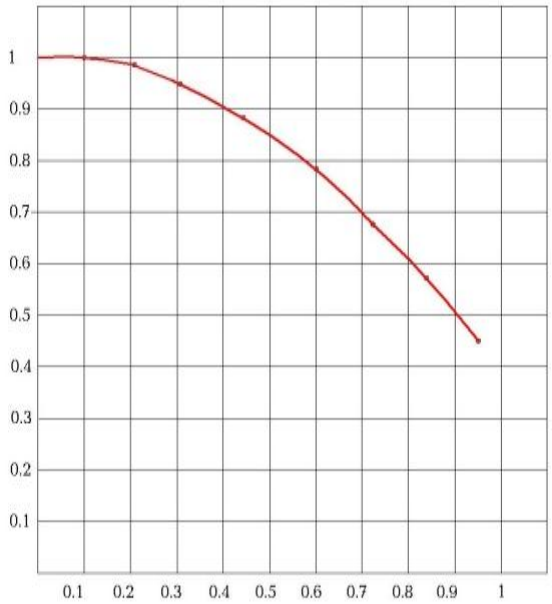


Fig. 2. The degree of blackness of the c

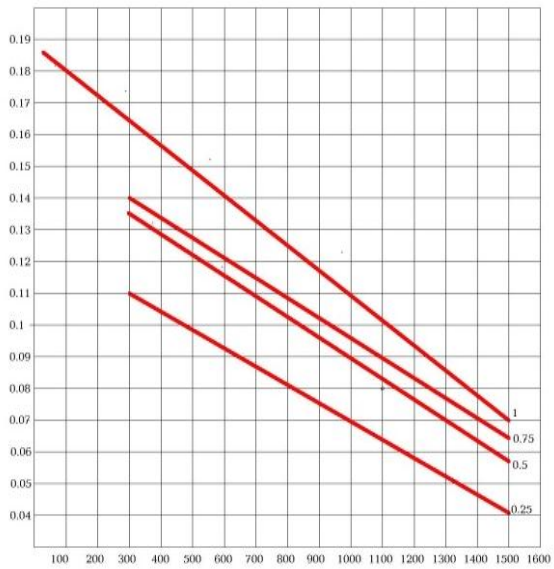


Fig. 3. hanging the degree of blackness of the combustion products in the furnace according

the temperature and the relative position of the grate.

The absorption capacity of gases at a wall temperature is determined

$$A_г = \varepsilon_{CO_2}\left(\frac{T_г}{T_c}\right)^{0,65} + \beta\varepsilon_{H_2O} \quad (6)$$

Degree of gas blackness at an average temperature of the gases is defined by

$$\varepsilon_Г = \varepsilon_{CO_2} + \beta\varepsilon_{H_2O} \quad (7)$$ Thermal load of surface of the pipe due to radiation

$$q_л = \frac{1}{2}(\varepsilon_c + 1)C_o\left[\varepsilon_г\left(\frac{T_г}{100}\right)^4 + A_г\left(\frac{T_c}{100}\right)^4\right] \quad (8)$$

The coefficient of heat transfers by radiation

$$q_л = \frac{q_л}{t_г - t_c} \quad (9)$$

Calculation of the results of emissivity of carbon dioxide ε_{CO_2} and water vapor and gases at various temperatures is given in Table. 2, 3 and 4.

Table 2

The degree of blackness of carbon dioxide ε_{CO_2} and water vapor ε_{H_2O} at various temperatures and various amounts of gas furnaces $\bar{h}_т$

Gas tempe-rature, Тг	$\bar{h}_т$=1	$\bar{h}_т = 0{,}75$	$\bar{h}_т$=0,5	$\bar{h}_т$=0,25
	pl= 0,004	*pl=* 0,003	*pl=* 0,003	*pl=* 0,002
1773	0,05	0,047	0,041	0,031
1573	0,06	0,055	0,05	0,042
1373	0,07	0,065	0,06	0,05
1173	0,08	0,078	0,07	0,06
973	0,083	0,08	0,072	0,068
773	0,085	0,07	0,066	0,062
573	0,076	0,072	0,067	0,06

Table 3

Degree of blackness of water vapor

Gas tempe-rature, Тг	$\bar{h}_т$=1	$\bar{h}_т = 0{,}75$	$\bar{h}_т$=0,5	$\bar{h}_т$=0,25
	pl= 0,004	*pl=* 0,003	*pl=* 0,003	*pl=* 0,002
1773	0,02	0,018	0,017	0,01
1573	0,025	0,022	0,02	0,013
1373	0,035	0,03	0,028	0,017
1173	0,042	0,036	0,034	0,021
973	0,05	0,048	0,036	0,028
773	0,066	0,056	0,053	0,038
573	0,078	0,068	0,064	0,05

Table 4

Degree of gases blackness $\varepsilon_Г$

Gas temperature, Tг	$\bar{h}_т$=1	$\bar{h}_т = 0,75$	$\bar{h}_т$=0,5	$\bar{h}_т$=0,25
	pl= 0,004	pl= 0,003	pl= 0,003	pl= 0,002
1773	0,070	0,065	0,058	0,041
1573	0,086	0,077	0,07	0,055
1373	0,106	0,096	0,089	0,067
173	0,123	0,115	0,105	0,079
973	0,135	0,129	0,109	0,087
773	0,153	0,128	0,121	0,094
573	0,157	0,142	0,133	0,11

Tables 2, 3 and 4 obtained by calculation:

$$\varepsilon_{H_2O} = \varepsilon_{H_2O,1773} \cdot \left(\frac{1773}{T_г}\right)^{1,6} \bar{h}_т^{0,5} = 0,02\left(\frac{1773}{T_г}\right)^{1,6} \quad (10)$$

The dependence on the definition of the absorbance of gases after some transformations will look as

$$A_г = \bar{h}_т^{0,5} \cdot \left(\frac{1773}{T_г}\right)\left[0,05\left(\frac{T_г}{T_c}\right)^{0,65} + 0,0208\left(\frac{1773}{T_г}\right)^{0,6}\right]$$

(11)

Radiant heat exchange between the products of combustion and the heat-receiving wall

$$q_л = \frac{1}{2}(\varepsilon_c + 1)C_o\left[\varepsilon_г\left(\frac{T_г}{100}\right)^4 + A_г\left(\frac{T_c}{100}\right)^4\right] \quad \text{при}$$

$\bar{h}_т = 1$ (12)

Radiant heat transfers generally:

$$q_л = \frac{1}{2}(\varepsilon_c + 1)C_o\left[\varepsilon_г\left(\frac{T_г}{100}\right)^4 - A_г\left(\frac{T_c}{100}\right)^4\right] = \frac{1}{2}(\varepsilon_c + 1)C_o\bar{h}_т^{0,5}\left[\varepsilon_г\left(\frac{T_г}{100}\right)^4 - 0,19\left(\frac{T_c}{100}\right)^4\right]$$

(13)

Here $A_г$ for engineering calculations with an accuracy of up to 5% can be represented by the dependence:

$$A_г = \left[\varepsilon_{CO_2}\left(\frac{T_г}{T_c}\right)^{0,65} + 0,0208\left(\frac{1773}{T_г}\right)^{0,6}\right] -= 0,19 \cdot \left(\frac{1773}{T_г}\right) \quad (14)$$

Thus, the change of the furnace volume resultsIn a change (increase or decrease) of radiantheat transfer.

References:

1. Bogoslovskyi V.N. Construction Thermal Physics (thermal heating foundations, ventilation and air conditioning). M., High School,1992- 415p.
2. Mikheev M.A., Mikheev I.M. Fundamentals of heat transfer. -M.: ENERGY, 1977.-364 p.

Гармиивазшавии радиатсионӣ дар фазои дудкаш бо ҳаҷми тағйирёбанда

П.С.Хуҷаев, Р.Ғ. Абдуллаев, А.Ҷ. Раҳмонзода

Дар мақолаи мазкур формулаҳои асосӣ барои дегҳои хурди сӯзишвориашон сахти дорои хавозавии ҳаракатдиҳанда таҳлил карда шудааст. Таҳлилҳо нишон медиҳанд, ки тағйирёбии ҳаҷми оташдон ба тағйирёбии интиқоли гармидиҳӣ ва пурра сӯзонидани сӯзишвории сахт оварда мерасонад.

Калимаҳои калидӣ: газ, гармидиҳандаи сахт, ранг ва маводи сӯхт.

РАДИАЦИОННЫЙ ТЕПЛООБМЕН В ТОПОЧНОМ ПРОСТРАНСТВЕ С ПЕРЕМЕННЫМ ОБЪЕМОМ

П.С.Худжаев, Р.Г. Абдуллаев, А.Д. Рахмонзода

В статье представлены основные формулы для котлов на твердом топливе с подвижной решеткой. Расчеты показы-вают, что изменение объема печи приво-дит к изменению лучистой теплопередачи.

Ключевые слова: котел, твердо-топливный котел, решетка, продукты сгорания.

The information about the authors:

Khujaev Parviz Saidgufronovich - is a senior lecturers of the department "Heat and ventilation" of "Construction and Architecture" faculty of Tajik Technical University named after academician M. S. Osimi. Dushanbe, e-mail: parviz0774@inbox.ru

Abdullaev Rakhmonjon Gulomovich - is a senior lecturers of the department "Heat and ventilation" of "Construction and Architecture" faculty of Tajik Technical University named after academician M. S. Osimi. Dushanbe

Rahmonzoda Ahmadjon Jamoliddinovich – Head of the Scientific Research Work Department Lecture of Construction and architectture faculty of the Tajik Technical University named after academician M. S. Osimi. Dushanbe, e-mail:ahmadjon2903@mail.ru

УДК 699.841

ПРОВЕТРИВАНИЕ ТУПИКОВЫХ ВЫРАБОТОК БОЛЬШОЙ ПРОТЯЖЕННОСТИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ И ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ

А.Дж. Ятимов, Н.М.Хасанов

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье приведены способы проветривания подземных тупиковых выработок большой протяженности при температуре пород свыше 40-45^{0}С, предложены наиболее эффективные способы проветриваний с применением конди-цирования воздуха, ставятся задачи по улучшению работы вентиляционной службы в строительстве тоннелей.

Ключевые слова: *тоннель, тупиковые выработоки, вентиляция, проветривание, длина, воздух, трубопровод, способы проветривания.*

Одной из сложных проблем строительства тоннелей большой длины является их проветривание при проходке. Следует отметить, что стоимость вентиляции тупиковых выработок большой протяженности составляет до 30% общей суммы затрат на их строительство. Поэтому несовершенство применяемых средств проветривания и ошибки в их расчётах приводит к лишним затратам на каждый километр длины тоннеля.

При строительстве ряда тоннелей были изучены вопросы, связанные с вентиляцией тупиковых выработок большой длины в частности: способа проветривания, вентиляционные установки, вентиляционные трубопроводы и расчет необходимого воздуха для проветривания.

Тоннели большой длины, как правило, проходят несколькими забоями, которые открываются или из подходных выработок или из вертикальных стволов. Выбор способов проветривания тупиковых выработок, на которые разбивается трасса тоннелей, зависит от конкретных условий строительства: наличия, вида и интенсивности источников газовыделяемых, тепловых режимов и т.п.

При высоких температурах окружающих горных пород не рекомендуется применять способы проветривания, при которых свежая воздушная струя движется по самой выработке, так как в этом случае в забой поступает подогретый воздух.

Для создания разности давлений при проветривании тупиковых забоев тоннелей используются центробежные и осевые вентиляторы.

Для проветривания протяженных тупиковых выработок более выгодны центробежные вентиляторы, отличающиеся высокими аэродинамическими характеристиками и большими диапазонами регулирования производительности и напора. Вентиляторы ВЦО-0,6; ВЦА-16; ВЦПД-8 и ВЦ-7 высоконапорные применяют для проветривания выработок большой (1500-2000 м) длины.

Проветривание протяженных выра-боток представляет определенные трудности. Для улучшения проветривания таких выработок применяют турбо-воздуходувки (ТВ-80-1,4; ТВ-200-1,4 и др) по схемам с реверсированием и без реверсирования. Первая схема является более сложной, так как требует монтажа дополнительных труб и задвижек, но зато резко сокращает время проветривания.

Из осевых вентиляторов в настоящее время наиболее распространены вентиляторные установки серии ВМ. Вентиляторы ВМ-6; ВМ-8 рекомендуется использовать в промежуточных вентиляционных установках с каскадным или рассредоточенным расположением.

Все способы проветривания при проходке тоннелей большой длины связаны с использованием трубопроводов, поэтому их конструкции, материалу и способам соединений отдельных звеньев придается особое значение.

В практике тоннелестроения в тоннелях большой протяженности используются следующие основные виды вентиляционных трубопроводов: металлические; прорезиненные трубы типа М; трубопроводы из синтетических материалов. Несмотря на то, что металлические трубопроводы дороже всех остальных, при проходке гидротехнических тоннелей они нашли наибольшее применение благодаря своей долговечности и прочности. Прорезиненные трубы типа М и трубы из синтетических материалов используются в качестве временных трубопроводов на призабойных участках и для пропуска воздушной струи на участках бетонирования.

Каждый тип вентиляционных трубопроводов имеет свои способы соединения отдельных звеньев между собой,

постоянно совершенствующихся. Для металлических трубопроводов наиболее распространены соединения труб бандажного типа, фланцевые и манжетные. Если за оценку качества соединений принимать величину утечки воздуха через стыки между звеньями, срок службы и простоту изготовления соединений, то следует отметить, что, во-первых, способы соединения на жесткой основе, во вторых, фланцевое соединение с фасонными резиновыми прокладками. Первый способ целесообразно в сухих условиях, второй при большой влажности тоннельной атмосферы и при повышенных температурах воздуха.

В то же время необходимо отметить, что качество соединений вентиляционных труб в гидротехнических тоннелях большой длины остается неудовлетворительным. Утечки воздуха в лучшем случае составляют на каждые 100м трубопроводов 3-3,5% в среднем 6-7%, нередко достигая 12-15%. Анализы показали, что при проведении воздушно-депрессионных съемок на строительстве протяженных тоннелей Арпа-Севан в большинстве забоев свежий воздух в тупиковые выработки поступает только на начальных участках, т.е. при длине выработки 2000-2500м, а дальнейшая проходка забоев, длины которых достигает 5200 м, ведется обычно с проветриванием сжатого воздуха. Это приводит к неоправданно высокой стоимости вентиляции и ухудшению условий труда.

Расчет проветривания большой длины при проектировании вентиляции использовались расчетные методы, применяемые для тупиковых выработок угольных шахт и рудников, длина которых, как правило, не превышает 500 м и лишь в редких случаях достигает 1200 м.

Проветривание протяженных выработок целесообразно производить с использованием комбинированного способа и гибких труб с длиной одного звена 10 или 20 м, в сочетании с нагнетательным вентилятором целесообразно применение гибких труб. Во всасывающей же магистрали расстояние между вентиляторами должно быть таким, чтобы в трубопроводе отсутствовали зоны разрежения, наличие которых приводит к деформации сечения гибкой трубы и уменьшению его площади (рис 1).

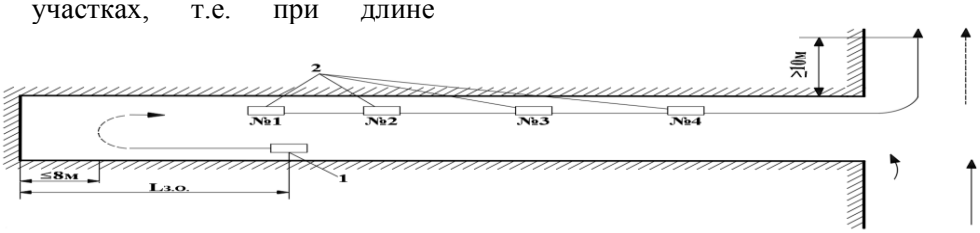


Рис 1. Схема проветривания протяженной выработки комбинированным способом.
1-нагнетательный вентилятор; 2-всасывающие вентиляторы; 3- $L_{з.о}$ - длина зоны отброса газов.

Проветривание протяженных выработок с помощью вспомогательной параллельной выработки заключается в том, что в отдельных случаях для вентиляций протяженной выработки параллельно её проходят вспомогательную, по которой обычно удаляют загрязненный воздух. Обе выработки через 50-100 м соединяют сбойками, которые по мере проведения выработок перекрывают глухими перемычками, за исключением сбойки, ближайшей к забоям (рис 2). Такая схема проветривания встречается в строительстве автодорожных тоннелей и разведочных шахтах, причем по основной части параллельных выработок воздух подают вентиляторами местного проветривания, работающего по нагнетательной схеме. Суммарная подача обоих вентиляторов местного проветривания при этом не должна превышать 70% расхода воздуха в выработке за счет депрессии главного вентилятора.

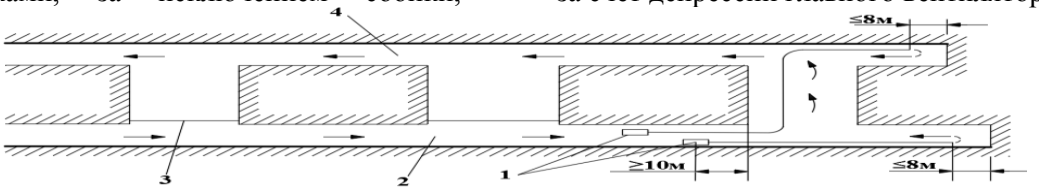


Рис 2. Схема проветривания протяженной выработки с помощью вспомогательной параллельной выработки.

1-вентиляторы, подают свежий воздух в забои выработок; 2-основная выработка;
3- вентиляционная перемычка; 4- вспомогательная вентиляционная выработка.

Способ вентиляция протяженных выработок с помощью скважин диаметром 250-400мм применяется при проведении разведочных штолен, тоннелей при сравнительно небольшом расстоянии от поверхности. При этом вентилятор устанавливают над скважиной, что обеспечивает сквозную струю. Вентилятор местного проветривания подаёт свежий воздух к забою выработки по трубопроводу. По мере увеличения длины выработки бурят новые скважины, а предыдущие изолируют от выработки (рис. 3).

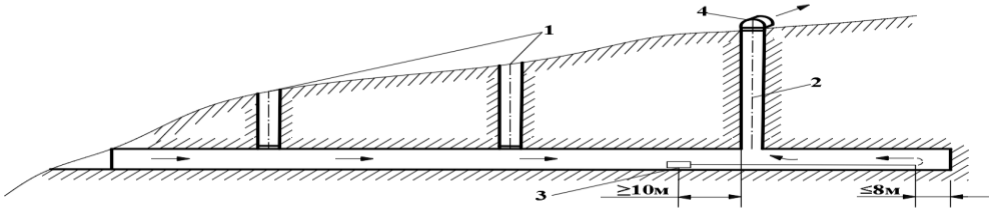


Рис 3. Схема проветривания с помощью скважины 1-скважина, перекрытая вентиляционной перемычкой; 2-действующая вентиляционная скважина диаметром 250-400 мм; 3-вентилятор местного проветривания; 4-всасывающий вентилятор.

На основании анализа большого количества экспериментальных данных, полученных в производственных условиях строительства тоннелей большой длины, авторами были уточнены некоторые зависимости расхода воздуха в жестких вентиляционных трубопроводах, в которых утечки воздуха из них и потери напора на преодоление аэродинамического сопротивления стыков просачиванию воздуха через них от длины звеньев для тупиковых выработок от 1000 до 5000м.

В частности установлено, что расход воздуха в начале трубопровода при заданном количестве воздуха в конце трубопровода составляет

$$Q_L = Q_k\left(L\cdot\sqrt{\frac{r_{т.у}+r_{в.у}}{4lr_{с.у}}}+1\right)^2$$

Абсолютная величина утечки воздуха из трубопровода

$$\Delta Q_L = Q_k\cdot\left[\left(L\cdot\sqrt{\frac{r_{т.у}+r_{в.у}}{4lr_{с.у}}}+1\right)^2-1\right]$$

Потери статического напора в трубопроводах по уточненной формуле В.С. Вендова выражаются.

$$h_{ст} = Q_к^2\cdot\psi(r_{т.у}+r_{в.д})\cdot\left(L\cdot\sqrt{\frac{r_{т.у}+r_{в.у}}{4lr_{с.у}}}+1\right)^2\cdot L$$

где: Q_k- заданный расход воздуха в конце трубопровода; $r_{т.у}$, $r_{в.у}$- удельные аэродинамическое сопротивления 1 погонного метра трубопроводов и выработок кг.сек^2 /м^3 ; $r_{с.у}$- удельное аэродинамическое сопротивление одного соединения труб просачиванию воздуха через него, кг.сек^2 /м^3; l- длина одного звена трубы, м; L- общая длина трубопровода, м; ψ- поправочный коэффициент (принимается по данным В.С. Вепрова).

На основании установленных зависимостей для снижения утечки воздуха из трубопроводов и улучшения вентиляции тоннелей большой длины могут быть даны следующие рекомендации: соединения труб должны иметь высокое удельное аэродинамическое сопротивление просачиванию воздуха через них, приблизительно равное 5000-6000 кг.сек^2 /м^3 должны быть не выше $(1{,}5-1{,}6)\cdot 10^{-4}$ кг · сек^2/м^4, длина.

Для выполнения этих условий необходимо использовать соединения труб муфтами из синтетических материалов либо фланцевые соединения с фасонными резиновыми прокладками. Для снижения коэффициентов аэродинамического сопротивления вентиляционные трубы изнутри должны покрываться специальными пленками или эмалями.

При расчете проветривания тупиковых выработок важно не только правильно выбрать типы вентиляторов по расчетному расходу воздуха и потере напора, но и правильно определить место их установки. При выборе место расположения вентиляторов исходят из следующих положений: вентиляционные сети должны быть исключена рециркуляция, работа вентиляционных установок должна быть экономичной. Выбор главных вентиляционных установок производится поусловиям максимальной трудности проветривания. При выборе промежуточных

вентиляторов учитываются их габариты и возможность транспортирования в выработках. Проветривание при проходке тоннелей по породам с высокими температурами отличается от обычных условий тем, что во избежание нагрева воздуха при его движении до забоя необходимо применять наружную теплоизоляцию вентиляционных трубопроводов либо использовать двойные трубы с заполнением межтрубного пространства теплоизоляционным материалом.

При температурах пород свыше 40-50 ^{0}С необходимо применять кондиционирование воздуха, местное или общее. В тех случаях, когда имеется возможность подавать в тоннели холодную воду, например, из горных речек и родников, целесообразно производить охлаждение воздуха с помощью батарейных воздухоохладителей, устанавливаемых через 500-1000 м в систему вентиляционных трубопроводов.

От успешного решение проблем вентиляции тупиковых выработок во многом зависит, сроки окончания строительство тоннеля большой протяженности и создание нормальных условий работы в них.

Литература:

1.Шехудин В.К. Горное дело. [Текст] / В.К. Шехудин // Москва .1987г.-220с.

2.Насонов И.Д. и др. Технология строительство подземных сооружений. Строительство горизонтальных и наклонных выработок. [Текст] /И.Д. Насонов и др// М.Недра.1992 г.- 299 с.

3.Горные и взрывные работы в гидротехническом строительстве. Тула. 1973 г.

4.Килячков Н.П. Технология горных производств. [Текст]/ Н.П. Килячков //Москва. Недра. 1992 г.- 290 с.

5.Егоров Г.В. и др. Основы горного дела. [Текст] /Г.В.Егоров// Москва. МГГУ. 206 г.-325 с.

6.Хасанов Н.М. Геологические факторы, влияющие на разрушение устойчивости гидротехнических тоннелей.[Текст]/Н.М.Хасанов., А.Дж// Вестник, КГУСТА №2(60).- г. Бишкек, 2018. С.94-98.

7.Хасанов Н.М. Устойчивость гидротехнической тоннели Нурекской ГЭС при сейсмическом воздействии. [Текст] /Н.М.Хасанов, А.О.Якубов //Вестник, ТТУ 1/41 - Душанбе: ТТУ, 2018. С.275-283.

8.Сулаймонова М.А. **Количественная оценка НДС оснований сооружений при воздействии сейсмической нагрузки**[Текст]/М.А.Сулаймонова., Ф.Ю.Саидов// Политехнический вестник. Серия инженерные исследования. №4 (40). ISSN 2520-2227. – Душанбе. ТТУ. 2017, 135-141с.

ШАМОЛДИҲИИ КАНДАНИҲОИ КӮҲИИ ДАРОЗ ТӮЛКАШИДАИ САРБАСТ ҲАНГОМИ СОХТМОНИ НАҚБҲОИ ГИДРОТЕХНИКӢ ВА НАКЛИЁТӢ

А.Ҷ. Ятимов, Н.М. Ҳасанов

Дар мақола усулҳои шамолдиҳии канданиҳои кӯҳии дароз тӯлкашида ҳангоми ҳарорати ҷинсҳои кӯҳӣ зиёда аз 40-45^{0}С пешниҳоди усули самараноктари шамолдиҳӣ бо истофодаи тозакунии ҳаво ва масъала барои хубтар гардонидани хизмати ҳавотозакунӣ дар сохтмони нақбҳо оварда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: нақб, канданиҳои кӯҳии сарбаст, ҳавотозакунӣ, шамолдиҳӣ, дарозӣ, ҳаво, лӯлаҳо, усули шамолдиҳӣ.

VENTILATION OF DEAD-END WORKINGS OF GREAT LENGTH IN THE CONSTRUCTION OF HYDRAULIC AND TRANSPORT TUNNELS

A. Yatimov, N.M. Hasanov

The article presents the methods of ventilation of underground dead-end workings of a large extent at a temperature of rocks above 40-450C, the most effective ways of ventilation with the use of air conditioning, the task of improving the ventilation service in the construction of tunnels

Key words: tunnel, dead-end workings, ventilation, ventilation, length, air, pipeline, ventilation methods

Сведения об авторах:

1.Ятимов А.Дж. – старший преподаватель кафедры «Промышленные гражданское строительство» Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими

2. Хасанов Н.М. – к.т.н., доцент заведующий кафедрой «Подземные сооружения, основания и фундаменты» Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими. khasanov.nurali@mail.ru.

УДК 66.71.02

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ СМЕСИ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ ИЗДЕЛИЯ НА УСИЛИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ВЫПРЕССОВКИ ОТФОРМОВАННОГО ИЗДЕЛИЯ ИЗ МАТРИЦЫ

А.И.Джылкычиев., А.Р.Бекбоев., К.Б.Арыкбаев., А.О. Якубов

Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры, им. Н.Исанова

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье рассмотрены особенности влияния параметров смеси и геометрических размеров изделия на усилие, необходимое для выпрессовки отформованного изделия из матрицы. Разработана математическая модель процесса выпрессовки изделия из матрицы и приведены результаты численных расчетов по определению и обоснованию параметров прессового оборудования при производстве крупноформатных керамических строительных блоков.

Ключевые слова: *пресс, выпрессовка, усилия прессования, удельное давление, пуансон, матрица, пресс-форма.*

В процессе полусухого прессования изделий усилие прессования затрачивается на уплотнение смеси и на преодоление силы трения, возникающего между формуемым изделием и стенками матрицы. При снятии усилия прессования под действием силы упругости отформованное изделие в матрице расширяется по оси прессования, в результате чего боковое давление отформованного изделия на стенки матрицы уменьшается.

В исследованиях по прессованию порошкообразных материалов установлено, что давление выпрессовки отформованного изделия из матрицы определяется давлением прессования изделия, коэффициентом трения смеси о стенки матрицы и коэффициентом Пуассона [1]. Имеются сведения как о линейности зависимости давления выпрессовки отформованного изделия от давления прессования, так и о нелинейности этой зависимости [2]. Нелинейность зависимости давления выпрессовки от давления прессования обусловлено тем, что с увеличением давления прессования боковое давление смеси увеличивается нелинейно [3]. По данным [1], с увеличением давления прессования давление выпрессовки изменяется в пределах 0,27-0,7 от давления прессования. С увеличением жесткости матрицы давление, необходимое для выпрессовки отформованного изделия из матрицы, снижается [4].

Из работ, посвященных исследованию процесса прессования керамических изделий, в частности определению давления выпрессовки отформованного изделия из матрицы, известно лишь уравнение В.Е. Верниковского[4]

$$q_{вып} = \xi q_n \{\exp[1-\exp(-k_б \mu h_{из}/R)] - 1\}, \quad (1)$$

где ξ– коэффициент, учитывающий уменьшение бокового распора отформованного изделия после снятия давления прессования.

Оценка соответствия уравнения (1) граничным условиям показывает, что при $h_{из}=0$ $q_{вып}=0$, а при $h_{из}=\infty q_{вып}= q_n\xi(e-1)$. Следовательно, в возможном диапазоне изменения высоты формуемого изделия $0< h_{из}<\infty$ максимальное значение соотношения давления выпрессовки отформованного изделия к давлению прессования в зависимости от значения коэффициента, учитывающего уменьшение бокового распора при снятии давления прессования, может изменяться в пределах от нуля до 1,72. При этом наибольшее значение давления выпрессовки при прочих равных условиях будет равно давлению прессования, когда значение коэффициента, учитывающего уменьшение бокового распора при снятии давления прессования, будет определяться выражением

$$\xi = \frac{1}{\exp\left[1-\exp\left(-(k_б h_{из}\mu)/R\right)\right]-1}. \quad (2)$$

Кроме приведенной зависимости для определения давления, необходимого для выпрессовки отформованного изделия из матрицы, имеются эмпирические зависимости, полученные в процессе экспериментальных исследований и рекомендованные для приближенных расчетов по определению давления выпрессовки стандартного изделия в процентах от давления его прессования [1]

$$q_{вып} = (0,05 \ldots 0,15)\, q_n \quad (3)$$

На основании приведенных данных по определению давления, необходимого для выпрессовки отформованного изделия из матрицы, следует, что математическая зависимость для определения давления выпрессовки отформованного изделия из матрицы должна описывать влияние параметров смеси, геометрических размеров

формуемого изделия, уменьшение бокового распора в результате снятия давления прессования. Кроме этого, зависимость должна учитывать дополнительную силу трения между изделием и стенками матрицы от давления, приложенного к изделию во время его выпрессовки.

Для установления математической зависимости давления, необходимого для выпрессовки отформованного изделия из матрицы, воспользуемся расчетной схемой, представленной на рис. 1. Из расчетной схемы видно, что в правой половине изображено взаимное расположение отформованного изделия, матрицы, верхнего и нижнего прессующих пуансонов в конце процесса прессования, а в левой половине представлено взаимное расположение этих же элементов в конце процесса выпрессовки. Баланс давлений в процессе выпрессовки отформованного изделия из матрицы в соответствии со схемой, представленной на рис. 1, можно записать в виде

$q_{вып} = 0{,}5(q_в + q_н)\, F_3 k_б \mu \xi (1 + k_б \mu))/F_2$, (4)

где $q_{вып}$ – давление, необходимое для выпрессовки отформованного изделия из матрицы; F_2 – площадьповерхности нижнего прессующего пуансона, при помощи которого происходит выпрессовка отформованного изделия; F_3– площадь боковой поверхности стенки матрицы и пустотообразователей, контактирующая с уплотняемой смесью; ξ–коэффициент, учитывающий уменьшение бокового распора в отформованном изделии после снятия давления прессования.

Первое слагаемое в уравнении (4) описывает сопротивление перемещению отформованного изделия внутри матрицы с учетом

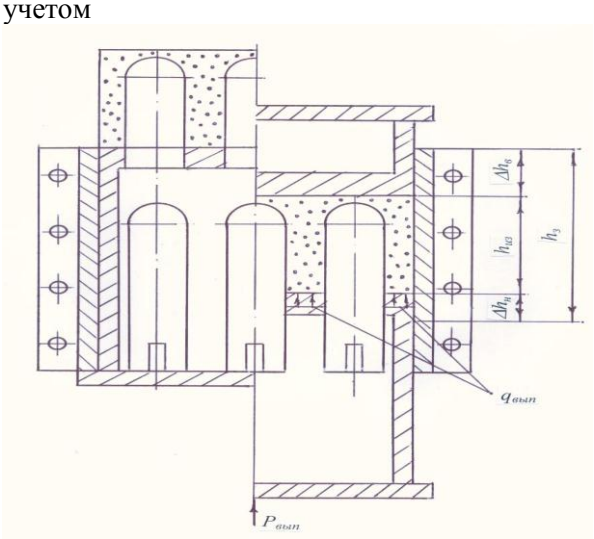


Рис. 1. Расчетная схема процесса выпрессовки отформованного изделия из Матрицы

коэффициента, учитывающего уменьшение бокового распора, а второе описывает возникновение дополнительного сопротивления от воздействия первого слагаемого.

Подставив в уравнение (4) среднее значение давления прессования по высоте формуемого изделия и проведя соответствующие преобразования, получим

$$q_{вып} = \frac{4(q_в + q_н)\, h_{из}\, k_б \mu \xi (1 + k_б \mu)}{4R + h_{из}\, k_б \mu} \quad (5)$$

На рис.2 представлены зависимости отношения давления выпрессовки к давлению прессования от высоты формуемого изделия при разных значениях коэффициента, учитывающих уменьшение бокового распора в отформованном изделии после снятия давления прессования.

Кривые 1, 2 и 3 построены по уравнению (5), соответственно, при значениях коэффициента, учитывающего уменьшение бокового распора в отформованном изделии после снятия давления прессования, равного

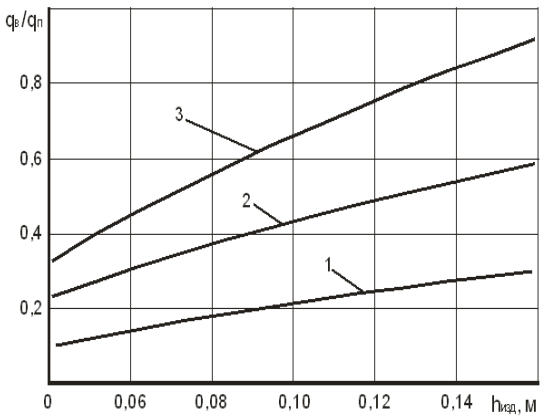


Рис. 2. Зависимости отношения давления выпрессовки к давлению прессования от высоты формуемого изделия

0,1; 0,2 и 0,3. Как видно из представленных графиков (рис. 2), с увеличением высоты формуемого изделия давление, необходимое для выпрессовки отформованного изделия из матрицы, возрастает. Это объясняется тем, что с увеличением высоты формуемого изделия увеличивается площадь боковой поверхности изделия, контактирующая со стенками матрицы и пусотообразователя, соответственно, возрастают и потери усилия на трение при перемещении изделия внутри матрицы. В то же время, при прочих равных условиях, с увеличением значения коэффициента, учитывающего уменьшение бокового распора в отформованном изделии

после снятия давления прессования, перепад напряжений по высоте формуемого изделия увеличивается, так как увеличиваются потери усилия выпрессовки на преодоление сил трения смеси о стенки матрицы и пустотообразователей в процессе перемещения внутри матрицы.

Таким образом, полученные зависимости описывают физико-механические процессы, протекающие при выпрессовке отформованного изделия, и могут быть использованы для обоснования параметров прессового оборудования при производстве крупноформатных керамических строительных блоков.

Литература:

1. Шербань Н.И., Петрова Е.М., Слепцов В.П. Усилие выталкивания при прессовании двухкомпонентных металлокерамических материалов // Порошковая металлургия. –1970.–№ 2.С. –6-10.

2. Радомысельский И.М., Шербань Н.И. Усилие выталкивания при холодном прессовании металлостеклянных материалов // Порошковая металлургия. –1969.–№12.С. –10-13.

3. Красниченко Л.В., Крешик В.С. Давление выталкивания железных и железографитных брикетов из пресс-форм // Порошковая металлургия. –1968. –№11. С. –8-12.

4. Благин В.А. Конструкционная жесткость матриц и форм // Порошковая металлургия. –1981.–№ 7. С. –13-19.

5. Маданбеков Н.Ж., Осмонова Б.Ж. Состав и качество золошлаков Бишкекской ТЭЦ и их использование для строительных целей//Политехнический вестник. №3 (43) – 2018. С 86-90

ТАДҚИҚОТИ ТАЪСИРИ ПАРАМЕТРҲОИ МАВОДИ ОМЕХТА ВА АНДОЗАҲОИ ГЕОМЕТРИИ МАҲСУЛОТ БА ҚУВВА, ЗАРУРАТ БАРОИ ФИШОРДИҲИИ МАСНУОТИ ШАКЛОВАРДАШУДА АЗ МАТРИТСАҲО

А.И. Джылкычиев., А.Р.Бекбоев., К.Б.Арыкбаев., А.О. Якубов

Дар мақола хосияти таъсири параметрҳои маводи омехта ва андозаҳои геометрии маҳсулот ба қувва, зарурат барои фишордиҳии маснуоти шакловардашуда аз матритсаҳо, инчунин модели математикии коркардшудаи раванди фишордиҳии маснуот аз матритсаҳо ва натиҷаи ҳисоби ададӣ барои муайян кардан ё асоснок кардани параметрҳои воситаҳои фишордиҳӣ ҳангоми истеҳсоли блокҳои калонҳаҷми керамикии сохтмонӣ оварда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: фишордиҳанда, қувваи фишордиҳӣ, фишори хос, пуасон, матритса, шакл-фишор.

THE RESEARCH OF INFLENCE TO THE MIXTURES CHARACTERISTICS ARD GEOMETRICS SIRES OF PRODUCT FOR THE EFFORT, NECESSARY FOR SPEN PREFORMATTED OF PRODUCF FROM MATRIX

A.I. Jylkychiyev, A.R. Bekboyev, K.B. Arykbayev, A.O Yakubov.

The article describes the influence of mixture parameters and geometrical sizes of goods on effort necessary for the spue of remolded good from a matrix. The mathematical model of process of spue of good is worked out from a matrix and results over of numeral calculations are brought on determination and ground of parameters of press equipment at the production of large scale ceramic building blocks.

Key words: press, pressing, efforts of pressing, specific pressure, punch, matrix, press form.

Сведения об авторах:

Джылкычиев А.И. – д.т.н., профессор, директор научно-производственного центра «Архитектоник» КРСУ им. Б.Ельцина.

Бекбоев А.Р. – к.т.н., доцент, КГУСТА им. Н.Исанова. Тел.: + 996 556 140485.

Арыкбаев К.Б. – старший преподаватель КГУСТА им. Н. Исанова. тел.: + 996 559828240.akbala@list.ru

Якубов А.О. - ассистент кафедры «Подземные сооружения, основания и фундаменты» Таджикского технического университета им. акад. М.С.Осими.

УДК: 628.11

ИСТОЧНИКИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДОЗАБОРНО-ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЧИСТКИ ВЫСОКОМУТНЫХ ВОД

А.Ю Норматов., М.Б. Марамов

Статья рассказывает об источниках водоснабжения Республики Таджикистан, характеристиках их вод, сооружениях для забора и предварительной очистке

высокомутных вод, о работах, проводимых на кафедре «Водоснабжение и водоотведение» Таджикского технического университета им. академика М.С. Осими.

Ключевые слова: *источники водоснабжения, характеристика вод, сооружения для забора и предварительной очистки, высокомутные воды, научно-исследовательские работы.*

Общий объём вод, используемых в Республике Таджикистан для хозяйственно-питьевого водоснабжения, составляет – до 2-3% от всего объёма используемых вод в республике.

Выбор источника водоснабжения для населённого пункта должен быть обоснован результатами топографических, гидрологических, гидрогеологических, ихтиологических, гидрохимических, гидробиологических, гидротермических и других изысканий и санитарных обследований.

В соответствии с градостроительными нормами и правилами Республики Таджикистан ГНиП РТ 40-01-2013 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» для хозяйственно-питьевых водопроводов должны максимально использоваться имеющиеся ресурсы подземных вод, удовлетворяющих санитарно-гигиеническим требованиям.

В настоящее время в Республике Таджикистан сельским населением используются следующие источники подземных вод: родники 9,1%; колодцы 0,7%; ручные насосы 2,9%; всего 14,7% от общего количества источников водоснабжения. [10]

Преимуществом подземных вод является их относительно высокое качество по сравнению с водами поверхностных источников, что играет немаловажную роль при их выборе. Однако недостатком их является ограниченность их применения. Стабильное же водоснабжение требует наличия источника, который с ростом численности населения и развитием промышленного производства сможет удовлетворять возникающие потребности в воде.

На основании вышесказанного можно сделать вывод, что со временем большинство населённых пунктов, использующих подземные воды, вынуждены будут перейти на использование вод поверхностных источников.

Воды поверхностных источников характеризуются относительным постоянством количества, но и непостоянством их качества, которое во многом зависит от времени года.

Градостроительные нормы и правила Республики Таджикистан ГНиП РТ 40-01-2013 дают следующую классификацию поверхностных вод по количеству взвешенных веществ: мало мутные - до 50 мг/л; средней мутности - 50-250 мг/л; мутные - 250 - 1500 мг/л; высокомутные - свыше 1500 мг/л. [2]

Взвешенные вещества попадают в воду в результате смыва твёрдых частичек (глины, песка, лёсса, илистых веществ) верхнего покрова земли дождями или талыми водами во время весенних и осенних паводков, а также в результате размыва русел рек. Наименьшая мутность водоёмов наблюдается зимой, когда они покрыты льдом, наибольшая - весной в период паводка, а также летом вследствие выпадения дождей, таяния снега в горах и развития мельчайших плавающих живых организмов и водорослей. Повышение мутности воды может быть вызвано выделением некоторых карбонатов, гидроксидов алюминия, марганца, высокомолекулярных органических примесей гумусового происхождения, появлением фито - и зоопланктона, окислением соединений железа кислородом воздуха, сбросом неочищенных производственных сточных вод и др. [1,5,6]

Взвешенные вещества имеют различный гранулометрический состав, который характеризуется гидравлической крупностью, выражаемой как скорость осаждения частичек при температуре 10°С в неподвижной воде.

Наличие в воде взвешенных загрязнений препятствует использованию её для хозяйственно-питьевых целей, в теплоэнергетике, на заводах для приготовления пищевых продуктов, при производстве бумаги, тканей, киноплёнки и пр. Согласно ГОСТ 2874-82 мутность питьевой воды по стандартной шкале должна составлять не более 1,5 мг/л. [11]

Особенности горной территории и обилие источников питания обусловили в Таджикистане развитие густой речной сети с ледниково-снеговым и дождевым типом питания, насчитывающей 947 рек, протяженностью более 10 км и общей длиной свыше 28500 км. Поверхностный сток местами превышает 45 л/сек/кв. км. Наибольший расход воды в реках наблюдается в июне-августе в период максимального таяния снего-ледовых запасов в горах. [12]

Список рек со значениями мутности своих вод приведён в табл. 1.

Таблица.1.

Реки Республики Таджикистан со значительными значениями мутности воды

№№	Наименование реки	Мутность, г/м^3	
		мин.	макс.
1.	Лянгар		360
2.	Варзоб		630
3.	Обигарм		1100
4.	Язгулем		1700
5.	Туйкуталь		1700
6.	Кафирниган	360	2800
7.	Зарафшан	1700	2800
8.	Сурхоб	2400	2900
9.	Бартанг	950	4300
10.	Кашкадарья		4500
11.	Ванч		4700
12.	Сангтуда		5500
13.	Сурхсу		6000
14.	Ханака		7200
15.	Вахш	3600	7900
16.	Муксу		8200
17.	Акдарь		8200
18.	Таирсу		16000
19.	Сурхандарья	1800	26000
20.	Джарбулак		51000
21.	Яхсу	23000	74000

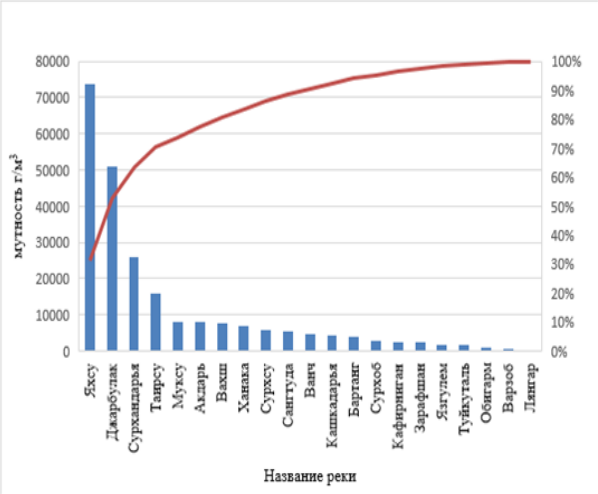


Рис.1.Максимальные мутности воды в реки Республики Таджикистан процентах

Применение в качестве источника водоснабжения рек с высокой мутностью воды предопределяет большую нагрузку на основные очистные сооружения (фильтры, осветлители, отстойники) и высокую себестоимость. Одной из основных задач при решении вопроса очистки высокомутных вод является уменьшение себестоимости их очистки. Эту задачу можно решить с помощью передовых эффективных технологий и сооружений.

В области гидротехники и водоснабжения для забора, предварительной очистки и осветления из источников с большим диапазоном колебания уровня и высоким содержанием взвешенных веществ используются водозаборные сооружения и тонкослойные отстойники. Для водопроводов малой производительности рациональным решением оказывается использование компактных водоочистных установок (гидроциклонов, тонкослойных отстойников, акустических фильтров), в которых предусматриваются системы для непрерывного удаления взвешенных загрязнений.

В технике очистки природных высокомутных вод большое внимание также уделяется отстойникам, которые являются сооружениями первой ступени подготовки питьевой воды, от результатов работы которых зависит работа очистной станции в целом. В отдельных случаях отстойники являются единственными или завершающими технологическую схему сооружениями очистки воды, что характерно для многих локальных очистных установок промышленных предприятий и использования отстойников в качестве вторичных и третичных. Научно-исследовательскими, учебными и проектными организациями зарубежных стран (в России НИИ ВОДГЕО, МГСУ, НИИ КВОВ АКХ, ЦНИИ ЭП инженерного оборудования и др.) проделана большая работа по разработке и внедрению перспективных конструкций отстойников для очистки природных и сточных вод методами тонкослойного осаждения. Изучению отстойников посвящены многочисленные работы известных исследователей, которые были направлены на изучение влияния различных факторов на процесс отстаивания, совершенствование методов технологического расчёта и конструкции установок и сооружений.

Результатами выполненных работ явилось появление на практике осветления природных и сточных вод таких сооружений как плавающий водозабор, вертикальные отстойник, отстойник с периферическим выпускным устройством, радиальные отстойники, тонкослойные отстойники, трубчатые отстойники, расчет вертикальных (радиальных) отстойников, горизонтальные отстойники, отстойник для суспензий, отстойники периодического действия,

отстойники непрерывного действия, отстойник-конус, многоярусный отстойник с промывкой осадка, отстойники непрерывного действия, оснащенные гребковой мешалкой, отстойник для очистки в котельных установках, двухъярусный отстойник, отстойник непрерывного действия с коническими полками, отстойник непрерывного действия для разделения эмульсий, отстойники, установка мембранной очистки вод. [4,5]

Каждой установке и сооружению характерны преимущества и недостатки, которые определяются простотой конструкции, малыми габаритными размерами при высокой их производительности, эффективностью очистки, непродолжительным временем отстаивания, самотёчным удалением осаждаемых загрязнений, отсутствием необходимости в постоянном обслуживании и т.д.

В настоящее время на кафедре «Водоснабжение и водоотведение» Таджикского технического университета им. академика М.С. Осими проводятся научно-исследовательские работы по разработке новой конструкции водозаборно-очистного сооружения для очистки мутных и высокомутных природных вод. Рис1.

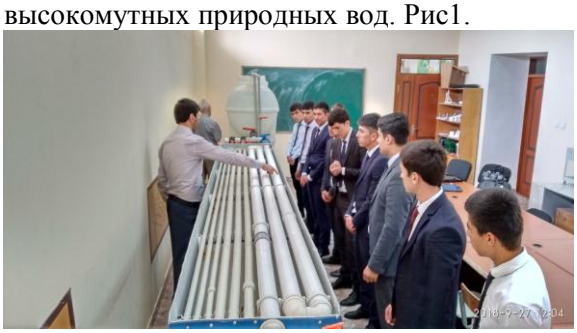


Рис1.Общий вид водозаборно-очистной установки для высокомутных природных вод.

По предварительным подсчётам это установка должно обеспечить очистку мутных и высокомутных природных вод при относительно меньших размерах и затратах при несложной эксплуатации.

Литература:

1.Беликова С.Е. Водоподготовка. Справочник под редакцией [Текст] / С.Е.Беликова М. //.: Издательский дом «Аква-Терм», 2007.

2.ГНиП РТ 40-01-2013 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения».

3.Горбачев Е.А. Проектирование очистных сооружений водопровода из поверхностных источников Горбачев Е.А. [Текст] / Учебное пособие. // -М:Изадельство ассосиаций строительных вузов (2004).-240с

4.Журба М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем сооружений [Текст] / Журба М.Г., Соколов Ж.М., Говорова // 6 издание 2-е издание, дополненное и переработанное.Учебное пособие. -М: Издательство АСВ, 2004.-496 с.

5.Журба М.Г. Классификаторы технологий очистки природных вод [Текст] / Журба М.Г., Нечаев А.П., Ивлева Г.А., Говорова Ж.М. и др.// -М.: ГП Союзводоканалпроект, 2000. -118с

6.Николадзе Г.И. Технология очистки природных вод [Текст] / Николадзе Г.И. // -М.: Высшая школа ,1987. -479 с.

7.Фетисов В.Д. Проектирование и расчет системы водоснабжения сельского населенного пункта [Текст] / Фетисов В.Д., Завгородняя И.В. // (2004).-112с.

8.МҚС ҶТ 40.01-2008 . ГНиП РТ 00-00-2017 Водоснабжение сельских населенных мест.

9.Норматов А.Ю., Марамов М.Б., Оценка водных ресурсов, состояние и перспективы развития водоснабжения Таджикистана .ГОСТ 2874-82 «Вода питевая»

10.Мачигиной Т.М. Гидрологический Ежегодник Том5 бассейны рек Средней Азии под редакций [Текст] / Т.М.Мачигиной.

МАНБАЪҲОИ ОБТАЪМИНКУНӢ ВА ИНШООТИ ОБГИРӢ-ТОЗАКУНИИ ПЕШАКИИ ОБҲОИ ТИРАГИАШОН БАЛАНД

А.Ю. Норматов, М.Б. Марамов

Дар мақола оид ба манбаъҳои обтаъминкунии Ҷумҳурии Тоҷикистон, тавсифи обҳои он, иншооти обгирӣ-тозакунии пешакии обҳои тирагиашон баланд, гузаронидани корҳо дар кафедраи “Обтаъминкунӣ ва обихроҷӣ”-и ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ оварда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: сарчашмаҳои обтаъминкунӣ, тавсифи об, иншооти обгирӣ-тозакунии пешакии обҳои тирагиашон баланд, корҳои илмӣ-тадқиқотӣ.

SOURCES OF WATER SUPPLY AND WATER WITHDRAWALS TREATMENT FACILITIES FOR PRELIMINARY PURIFICATION OF HIGH-MUDDY WATERS.

A.Y. Normatov, M.B. Maramov

The article tells about sources of water supply of the Republic of Tajikistan, characteristic of their waters, constructions for a

fence and representative purification of the high-muddy waters, about works which are carried out at department "Water supply and water disposal" of the Tajik technical university named by the academician M.S. Osimi.

Key words: sources of Water supply, characteristic of waters, constructions for a fence and representative cleaning, high-muddy waters, research works.

Сведения об авторах:

Норматов Абдурахмон – 1949г. рождения, выпускник (1971г.) ТПИ (ныне ТТУ), канд. техн. наук, доцент кафедры «Водоснабжения и водоотведения» ТТУ им. академика М.Осими, автор более 53 научных статей, круг научной деятельности – очистка природных и сточных вод, рациональное использование и охрана водных ресурсов.
Email: ***normatov1949@mail.ru,тел:+992 917-05-45-01***

Марамов Миргул Бердиевич – 1989г. рождения, выпускник (2013г.) ТТУ, ассистент кафедры «Водоснабжения и водоотведения» ТТУ им. академика М.Осими, автор 24 научных статей, круг научной деятельности – очистка природных и сточных вод, рациональное использование и охрана водных ресурсов.
Email: ***mirgul_1989@mail.ru*,тел:+99293-542-77-63**

РАСЧЕТ ДВУХПРОЛЕТНОЙ ПРИЗМАТИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ

Д.Д. Муниев
ТТУ имени академика М.С.Осими

В данной статье приводится расчет двухпролетной призматической оболочки с использованием разностных уравнений метода последовательных аппроксимаций. Так же приводятся результаты изгибающих моментов, прогибов и перемещений для расчетных точек призматической оболочки.

Ключевые слова: *разностные уравнения, призматическая оболочка, изгибающие моменты, прогибы, перемещения, плоская деформация, шаг, разбивка.*

Расчет призматической оболочки с Т-образным узлом производим разностными уравнениями метода последовательных аппроксимаций, разработанного Р.Ф.Габбасовым [1-4].

Призматическую оболочку рассмотрим в виде отдельных пластин, которые имеют достаточную устойчивость и обеспечивают полную передачу усилий, действующих в их плоскости.

Для расчета таких оболочек в работе [5] приведены разностные уравнения МПА, учитывающие условия сопряжения пластин. Разностные уравнения для Т-образного узла записываются с учетом уравнений для точек поля пластины [1-4] и решаются итерационным способом. Эти уравнения записаны в виде, удовлетворяющем условию сходимости итерационного процесса.

Прежде чем приступить к расчету такой оболочки, был составлен алго-ритм расчета. В качестве тестовой задачи была решена призматическая оболочка, имеющая по торцам массивы.

Рассмотрим расчет двухпролетной призматической оболочки на дей-ствие симметричной нагрузки действующих на внешних вертикальных пластинах (рис.1), где конструкция оболочки находится в условиях плоской деформации.

Уравнение для определения прогибов на контуре II-й пластины призматической оболочки записывается следующим образом:

$$6h\,{}^{II}W_{ij}^{\eta} = -{}^{II}W_{i-1,j-1} - 2\,{}^{II}W_{i-1,j} - 4\,{}^{II}W_{i,j-1} + 10\,{}^{II}W_{i,j} - {}^{II}W_{i+1,j-1} -$$
$$-2\,{}^{II}W_{i+1,j} + \tau h(0.5\,{}^{II}m_{i-1,j-2} - 4\,{}^{II}m_{i-1,j-1} - 2.5\,{}^{II}m_{i-1,j} + 5\,{}^{II}m_{i,j-2} -$$
$$-28\,{}^{II}m_{i,j-1} - 37\,{}^{II}m_{i,j} + 0.5\,{}^{II}m_{i+1,j-2} - 4\,{}^{II}m_{i+1,j-1} - 2.5\,{}^{II}m_{i+1,j})/24. \quad (1)$$

Уравнение для определения изгибающих моментов на контуре II-й пластины призматической оболочки имеет следующий вид:

$${}^{II}m_{i,j,} = 37\,\tau h\,[\tau h(0.5\,{}^{II}m_{i-1,j-2} - 4\,{}^{II}m_{i-1,j-1} - 2.5\,{}^{II}m_{i-1,j} + 5\,{}^{II}m_{i,j-2} -$$
$$-28\,{}^{II}m_{i,j-1} + 0.5\,{}^{II}m_{i+1,j-2} - 4\,{}^{II}m_{i+1,j-1} - 2.5\,{}^{II}m_{i+1,j})/24 -$$

$$-({}^{II}W_{i-1,j-1} + 2\,{}^{II}W_{i-1,j} + 4\,{}^{II}W_{i,j-1} - 10\,{}^{II}W_{i,j} + {}^{II}W_{i+1,j-1} + 2\,{}^{II}W_{i+1,j}) -$$
$$-\tau h(2.5\,{}^{IV}m_{i-1,j} + 4\,{}^{IV}m_{i-1,j+1} - 0.5\,{}^{IV}m_{i-1,j+2} + 37\,{}^{IV}m_{i,j} + 28\,{}^{IV}m_{i,j+1} -$$
$$-5\,{}^{IV}m_{i,j+2} + 2.5\,{}^{IV}m_{i+1,j} + 4\,{}^{IV}m_{i+1,j+1} - 0.5\,{}^{IV}m_{i+1,j+2})/24 - 2\,{}^{IV}W_{i-1,j} -$$
$$-{}^{IV}W_{i-1,j+1} + 10\,{}^{IV}W_{i,j} - 4\,{}^{IV}W_{i,j+1} - 2\,{}^{IV}W_{i+1,j} - {}^{IV}W_{i+1,j+1}]/24. \qquad (2)$$

Для пластин III и VI эти уравнения записываются аналогичным образом с соответствующими заменами точек.

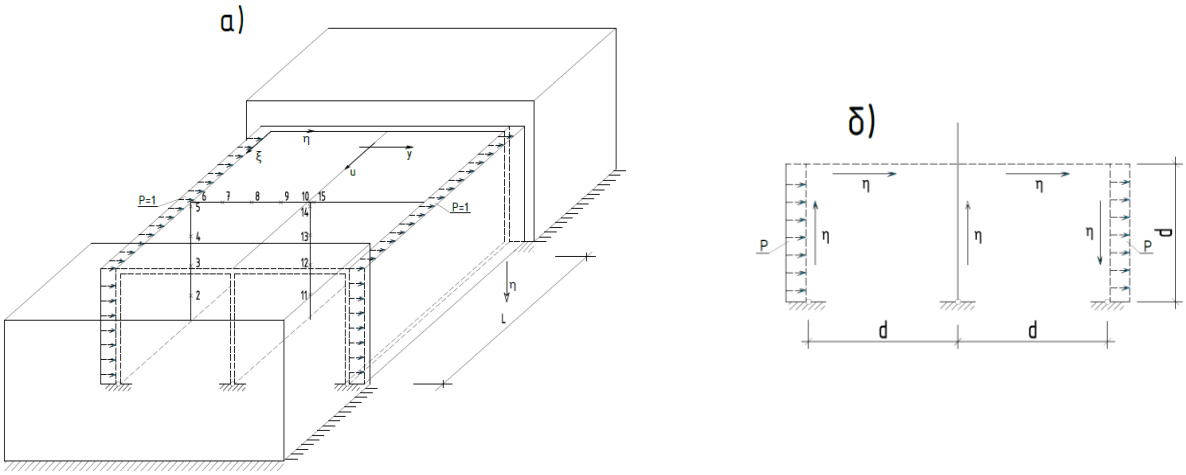


Рис.1 а) призматическая оболочка; б) расчетная схема.

Исходные данные для расчета призматической оболочки (в безразмерном виде):

l=4; d=4; ν=0

Таблица 1

Результаты изгибающих моментов, прогибов и перемещений

№ точек	L=4 d=4								
	h = 1/4			h = 1/8			h = 1/12		
	$m = \frac{M}{10pa^2}$	$w = \frac{WD}{100pa^4}$	$v = \frac{V}{a}$	m	W	v	m	w	v
2	0,784	0,744	-1,287	0,755	0,749	-1,433	0,773	0,751	-1,527
3	0,943	1,035	-2,470	0,937	1,043	-2,745	0,934	1,045	-2,851
4	0,477	0,773	-3,515	0,469	0,780	-3,923	0,468	0,782	-4,087
5	-0,619	0,250	-4,405	-0,625	0,255	-5,104	-0,628	0,257	-5,519
6	-0620	0,037	29,99	-0,627	0,044	31,22	-0,630	0,048	32,07
7	-0,432	-0,250	27,95	-0,438	-0,242	29,15	-0,441	-0,239	29,77
8	-0,249	-0,266	26,10	-0,253	-0,260	27,47	-0,254	-0,257	28,01
9	-0,062	-0,121	24,68	-0,072	-0,117	26,27	-0,075	-0,115	26,71
10	0,150	0,079	24,79	0,148	0,088	26,45	0,147	0,091	26,87
11	-0,039	0,006	-1,992	-0,048	-0,017	-2,549	-0,051	-0,022	-2,853
12	-0,081	0,009	-4,213	-0,089	0,014	-4,911	-0,093	0,016	-5,371
13	-0,132	0,070	-7,393	-0,140	0,077	-8,618	-0,144	0,081	-8,977
14	-0,210	0,207	-9,499	-0,212	0,213	-10,201	-0,215	0,215	-10,59
15	-0,150	0,079	24,79	-0,148	0,088	26,45	-0,147	0,091	27,06

В таблице 1 приводятся результаты изгибающих моментов, прогибов и перемещений, полученные для расчетных точек пластин, показанных на рисунке 1. Анализ результатов показал хорошую сходимость метода последовательных аппроксимаций.

Список литературы:

1. Габбасов Р.Ф. О разностных уравнениях в задачах прочности и устойчивости. Прикладная механика. К., 1982, №9.

2. Габбасов Р.Ф., Муниев Д.Д. Применение метода последовательных аппроксимаций к плоской задаче теории

упругости в перемещениях -Рукопись депонирована во ВНИИИС Госстроя СССР, 1985, №6111.

3. Габбасов Р.Ф., Уварова Н.Б. Расчет косоугольных плит и коробчатых конструкций с использованием разностных уравнений МПА. –Известия вузов. Строительство и архитектура. Новосибирск, 1983, №3.

4. Габбасов Р.Ф., Габбасов А.Р., Филатов В.В. Численное построение разрывных решений задач строительной механики. –М.: Издательство АСВ, 2008, -277с.

5. Муниев Д.Д. Расчет пластин и пластинчатых систем методом последовательных аппроксимаций.– Автореферат кандидатской диссертация. М., 1989.

ҲИСОБИ ҚАБАТАҲОИ ПРИЗМАТИКИИ ДУРАВОҚА

Ҷ.Д. Муниев

Дар мақолаи мазкур ҳисоби қабатаҳои призматикии дуравоқа бо ёрии муодилаҳои фарқиятии методи аппроксиматсияи пай дар пай оварда шудааст. Инчунин барои нуқтаҳои ҳисобии қабатаҳои призматикии дуравоқа, натиҷаҳои моментҳои қатшавӣ, хамишҳо ва ҷойивазкуниҳо оварда шудаанд.

CALCULATION OF TWO FLIGHT PRISMATIC SHELL

D.J. Muniev

This article presents the calculation of a two-span prismatic shell by the difference equations of the method of successive approximations. The results of bending moments, deflections and displacements for the calculated points of the prismatic shell are also given.

Key words: difference equations, prismatic shell, bending moments, deflections, displacements, plane deformation, step, breakdown.

Сведение об авторе:

Муниев Джуракул Дехканович – 1954 г.р., окончил (1976г.) Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими (ТТУ), кандидат технических наук, доцент кафедры «Инженерная геодезия и картография» автор более 35 научных работ, область научных интересов- применения численных методов при расчете пластин и пластинчатых систем. Контактная информация: тел. 98 543 00 15

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВНУТРЕННИХ УСИЛИЙ И ПЕРЕМЕЩЕНИЙ В Т-ОБРАЗНОМ УЗЛЕ ПЛАСТИНЧАТОЙ СИСТЕМЫ

Д.Д. Муниев

ТТУ имени академика М.С.Осими

В данной статье приводятся разностные уравнения метода последовательных аппроксимаций (МПА), полученные для расчета Т-образного узла пластинчатой системы. Показаны зависимости между перемещениями, прогибами и изгибающими моментами. Приводятся условия сопряжений пластин.

Ключевые слова: *разностные уравнения, перемещения, прогибы, изгибающие моменты, условия сопряжений, пластинчатые системы, пластины.*

В исследованиях тонкостенных пространственных конструкций (в частности пластинчатых систем) можно выделить два основных направления, качественно различающихся по характеру используемых расчетных схем.

В первом направлении используются некоторые упрощения расчетных схем, вводятся различные упрощающие гипотезы, основанные на теоретически или экспериментально обоснованных суждениях об относительной роли отдельных деформационных или силовых факторов.

Второе направление исследований основано на рассмотрении напряженного состояния пластины как составного элемента пространственной системы и учете совместной работы пластинчатых элементов по линии их контакта. При исследовании сочетаются одновременно методы прикладной и математической теории упругости и классические методы строительной механики.

Пластинчатую систему можно рассмотреть как отдельные пластины, соединенные между собой. Каждая пластина в отдельности имеет достаточную устойчивость. При расчете узлов обеспечивается полная передача усилий, действующих в их плоскости.

Основными неизвестными усилиями в расчетах являются перемещения в плоскости **u** и **v** и перемещения из плоскости (прогибы) **w** и суммарные изгибающие моменты.

В расчетах использованы разностные уравнения МПА полученные в работах [1-4]. Неизвестные **u, v, w** определяются с помощью разностных уравнений, приведенных в главах 2,3 работы [5], для краев и точек поля пластины.

Рассмотрим Т-образный узел пластинчатой системы (рис.1,2.).

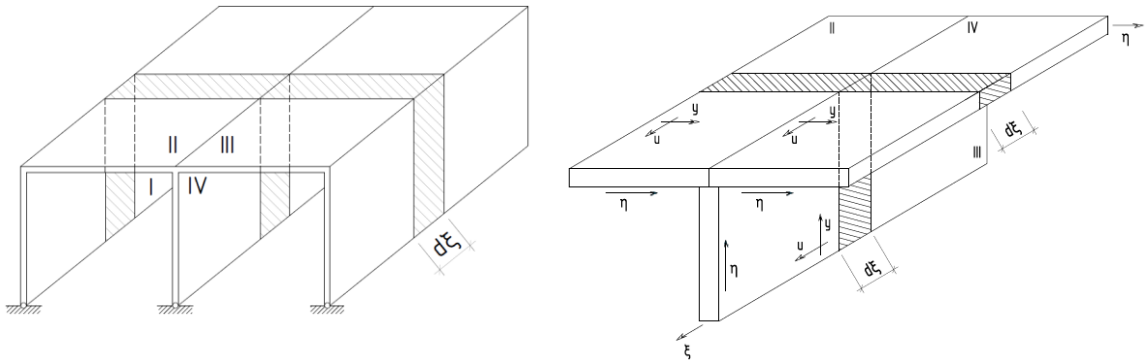
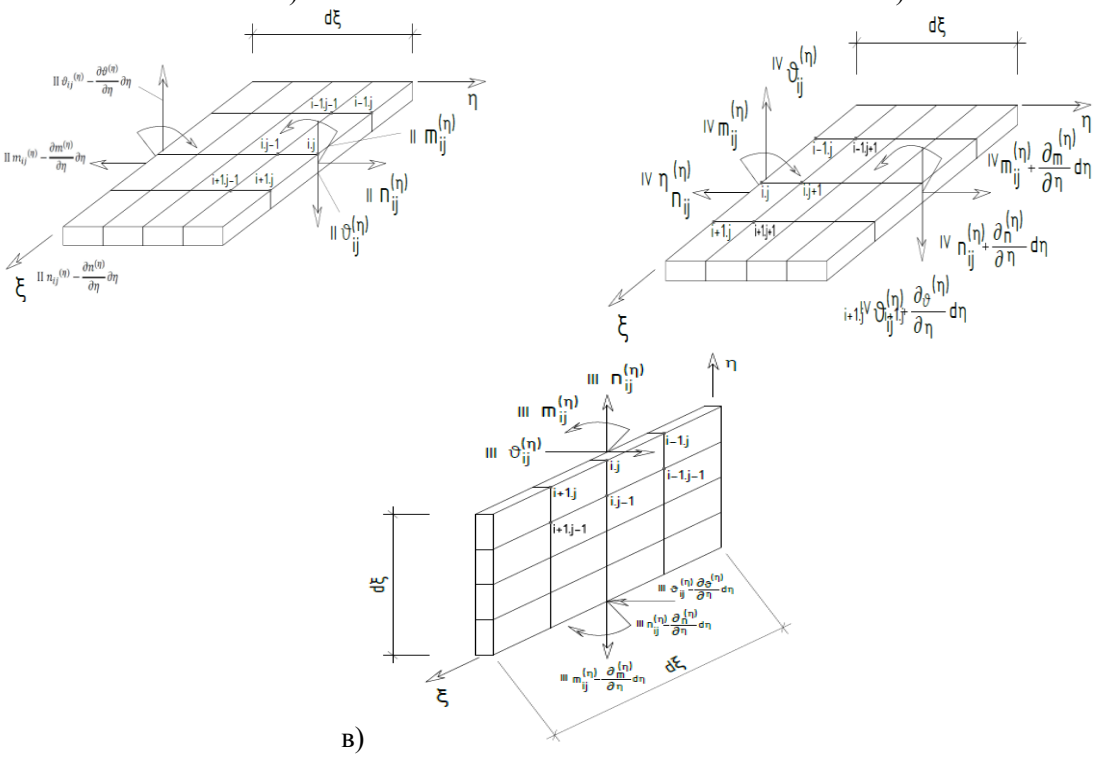


Рис.1 Т-образный узел оболочки

Для учета взаимодействия усилий и перемещений в таком узле необходимы дополнительные уравнения. Для этого вырежем из узла полоску шириной dξ и для каждой пластинки в отдельности покажем действия внутренних усилий (рис.2).

а) б)



в)

Рис.2,а,б,в Взаимодействие внутренних усилий в узле оболочки

Учитывая условия сопряжений, которые приведены в работе [5], и аналогично уравнениям этой работы, получим уравнение (5) работы [1] для точек ij пластин II, III и IV:

а) уравнение для определения прогибов на контуре II-й пластины

$$6h\,{}^{II}W^{\eta}_{ij} = -{}^{II}W_{i-1,j-1} - 2\,{}^{II}W_{i-1,j} - 4\,{}^{II}W_{i,j-1} + 10\,{}^{II}W_{i,j} - {}^{II}W_{i+1,j-1} -$$
$$- 2\,{}^{II}W_{i+1,j} + \tau h(0.5\,{}^{II}m_{i-1,j-2} - 4\,{}^{II}m_{i-1,j-1} - 2.5\,{}^{II}m_{i-1,j} + 5\,{}^{II}m_{i,j-2} -$$
$$- 28\,{}^{II}m_{i,j-1} - 37\,{}^{II}m_{i,j} + 0.5\,{}^{II}m_{i+1,j-2} - 4\,{}^{II}m_{i+1,j-1} - 2.5\,{}^{II}m_{i+1,j})/24; \qquad (1)$$

б) уравнение для определения прогибов на контуре III-й пластины

$$6h\,{}^{III}W^{\eta}_{ij} = -{}^{III}W_{i-1,j-1} - 2\,{}^{III}W_{i-1,j} - {}^{III}W_{i,j-1} + 10\,{}^{III}W_{i,j} - {}^{III}W_{i+1,j-1} -$$

$$-2^{III}W_{i+1,j} + \tau h(0.5^{III}m_{i-1,j-2} - 4\,^{III}m_{i-1,j-1} - 2.5^{III}m_{i-1,j} + 5^{III}m_{i,j-2} -$$
$$-28^{III}m_{i,j-1} - 37^{III}m_{i,j} + 0.5^{III}m_{i+1,j-2} - 4\,^{III}m_{i+1,j-1} - 2.5^{III}m_{i+1,j})/24; \quad (2)$$

в) уравнение для определения прогибов на контуре IV-й пластины

$$6^{IV}W_{ij}^{\eta} = 2^{IV}W_{i-1,j} + {}^{IV}W_{i-1,j+1} - 10^{IV}W_{i,j} + 4^{IV}W_{i,j+1} + 2\,^{IV}W_{i+1,j} +$$
$$+ {}^{IV}W_{i+1,j+1} + \tau h(2.5^{IV}m_{i-1,j} + 4\,^{IV}m_{i-1,j+1} - 0.5^{IV}m_{i-1,j+2} + 37^{IV}m_{i,j} +$$
$$+28^{IV}m_{i,j+1} - 5^{IV}m_{i,j+2} + 2.5^{IV}m_{i+1,j} + 4^{IV}m_{i+1,j+1} - 0.5^{IV}m_{i+1,j+2})/24. \quad (3)$$

Пользуясь условием IV работы [5], приравнивая (1),(3) и (2),(3) получим разностные уравнения для ${}^{II}m_{i,j,}$ и ${}^{III}m_{i,j}$:

$${}^{II}m_{i,j,} = 37\,\tau h\,[\tau h(0.5\,^{II}m_{i-1,j-2} - 4\,^{II}m_{i-1,j-1} - 2.5\,^{II}m_{i-1,j} + 5\,^{II}m_{i,j-2} -$$
$$-28\,^{II}m_{i,j-1} + 0.5\,^{II}m_{i+1,j-2} - 4\,^{II}m_{i+1,j-1} - 2.5\,^{II}m_{i+1,j})/24 - ({}^{II}W_{i-1,j-1}$$
$$+ 2\,^{II}W_{i-1,j} + 4\,^{II}W_{i,j-1} - 10\,^{II}W_{i,j} + {}^{II}W_{i+1,j-1} + 2\,^{II}W_{i+1,j}) -$$
$$-\tau h(2.5^{IV}m_{i-1,j} + 4\,^{IV}m_{i-1,j+1} - 0.5^{IV}m_{i-1,j+2} + 37^{IV}m_{i,j} + 28^{IV}m_{i,j+1} -$$
$$-5^{IV}m_{i,j+2} + 2.5^{IV}m_{i+1,j} + 4^{IV}m_{i+1,j+1} - 0.5^{IV}m_{i+1,j+2})/24 - 2^{IV}W_{i-1,j} -$$
$$-{}^{IV}W_{i-1,j+1} + 10^{IV}W_{i,j} - 4^{IV}W_{i,j+1} - 2\,^{IV}W_{i+1,j} - {}^{IV}W_{i+1,j+1}]/24; \quad (4)$$

$${}^{III}m_{i,j} = 37\,\tau h\,[\tau h(0.5\,^{III}m_{i-1,j-2} - 4\,^{III}m_{i-1,j-1} - 2.5\,^{III}m_{i-1,j} + 5\,^{III}m_{i,j-2} -$$
$$-28\,^{III}m_{i,j-1} + 0.5\,^{III}m_{i+1,j-2} - 4\,^{III}m_{i+1,j-1} - 2.5\,^{III}m_{i+1,j})/24 - ({}^{III}W_{i-1,j-1}$$
$$+ 2\,^{III}W_{i-1,j} + 4\,^{III}W_{i,j-1} - 10\,^{III}W_{i,j} + {}^{III}W_{i+1,j-1} + 2\,^{III}W_{i+1,j}) -$$
$$-\tau h(2.5^{IV}m_{i-1,j} + 4\,^{IV}m_{i-1,j+1} - 0.5^{IV}m_{i-1,j+2} + 37^{IV}m_{i,j} + 28^{IV}m_{i,j+1} -$$
$$-5^{IV}m_{i,j+2} + 2.5^{IV}m_{i+1,j} + 4^{IV}m_{i+1,j+1} - 0.5^{IV}m_{i+1,j+2})/24 - 2^{IV}W_{i-1,j} -$$
$$-{}^{IV}W_{i-1,j+1} + 10^{IV}W_{i,j} - 4^{IV}W_{i,j+1} - 2\,^{IV}W_{i+1,j} - {}^{IV}W_{i+1,j+1}]/24. \quad (5)$$

Величину ${}^{IV}m_{i,j}$ выразим через ${}^{II}m_{i,j,}$ и ${}^{III}m_{i,j}$:

$${}^{IV}m_{i,j} = {}^{IV}W_{ij}^{\xi\xi} + {}^{IV}W_{ij}^{\eta\eta}; \qquad {}^{IV}m_{ij}^{\eta} = {}^{IV}W_{ij}^{\eta\eta} + \nu\,^{IV}W_{ij}^{\xi\xi};$$
$${}^{III}m_{i,j} = {}^{III}W_{ij}^{\xi\xi} + {}^{III}W_{ij}^{\eta\eta}; \qquad {}^{III}m_{ij}^{\eta} = {}^{III}W_{ij}^{\eta\eta} + \nu\,^{III}W_{ij}^{\xi\xi};$$
$${}^{II}m_{i,j} = {}^{II}W_{ij}^{\xi\xi} + {}^{II}W_{ij}^{\eta\eta}; \qquad {}^{II}m_{ij}^{\eta} = {}^{II}W_{ij}^{\eta\eta} + \nu\,^{II}W_{ij}^{\xi\xi}. \quad (6)$$

Разностное уравнение для определения перемещения **u** в точке ij получим на основе условия V работы [5]:

$$-A'_{15}({}^{II}u_{i-1,j-2} + {}^{III}u_{i-1,j-2}) + A'_{13}({}^{II}u_{i-1,j-1} + {}^{III}u_{i-1,j-1}) +$$
$$+A'_{11}({}^{II}u_{i-1,j} + {}^{III}u_{i-1,j} + {}^{IV}u_{i-1,j}) + A'_{13}\,^{IV}u_{i-1,j+1} - A'_{15}\,^{IV}u_{i-1,j+2} +$$
$$+A'_{16}({}^{II}u_{i,j-2} + {}^{III}u_{i,j-2}) - A'_{14}({}^{II}u_{i,j-1} + {}^{III}u_{i,j-1}) - A'_{12}({}^{II}u_{i,j} +$$
$${}^{III}u_{i,j} + + {}^{IV}u_{i,j}) - A'_{14}\,^{IV}u_{i,j+1} + A'_{16}\,^{IV}u_{i,j+2} - A'_{15}({}^{II}u_{i+1,j-2} + {}^{III}u_{i+1,j-2}) +$$
$$+A'_{13}({}^{II}u_{i+1,j-1} + {}^{III}u_{i+1,j-1}) + A'_{11}({}^{II}u_{i+1,j} + {}^{III}u_{i+1,j} + {}^{IV}u_{i+1,j}) +$$
$$+A'_{13}\,^{IV}u_{i+1,j+1} - A'_{15}\,^{IV}u_{i+1,j+2} - C'_{6}({}^{II}\mathbf{v}_{i-1,j-2} + {}^{III}\mathbf{v}_{i-1,j-2}) +$$
$$+C'_{5}({}^{II}v_{i-1,j-1} + {}^{III}v_{i-1,j-1}) + C'_{4}({}^{II}v_{i-1,j} + {}^{III}v_{i-1,j} + {}^{IV}v_{i-1,j}) +$$

$$+ C_5^{'}\,{}^{IV}v_{i-1,j+1} - C_6^{'}\,{}^{IV}v_{i-1,j+2} - C_6^{'}({}^{II}\mathbf{v}_{i+1,j-2} + {}^{III}\mathbf{v}_{i+1,j-2}) +$$
$$+ C_5^{'}({}^{II}v_{i+1,j-1} + {}^{III}v_{i+1,j-1}) + C_4^{'}({}^{II}v_{i+1,j} + {}^{III}v_{i+1,j} + {}^{IV}v_{i+1,j}) +$$
$$+ C_5^{'}\,{}^{IV}v_{i+1,j+1} - C_6^{'}\,{}^{IV}v_{i+1,j+2} = 0. \qquad (7)$$

На основе условия VIII работы [5] получим следующее уравнение для определения **v** в точке ij пластин II и IV:

$${}^{III}V_{ij}^{\eta} = {}^{IV}\sigma_{ij}^{\eta}\delta - {}^{II}\sigma_{ij}^{\eta}\delta\,. \qquad (8)$$

Подставляя разностные выражения вместо V_{ij}^{η} и σ_{ij}^{η} соответствующих пластин, получим следующее уравнение:

$$A_9\,{}^{II}u_{i-1,j-2} - A_{10}\,{}^{II}u_{i-1,j-1} + A_{11}({}^{II}u_{i-1,j} + {}^{IV}u_{i-1,j}) - A_{10}\,{}^{IV}u_{i-1,j+1} +$$
$$+ A_9\,{}^{IV}u_{i-1,j+2} - A_9\,{}^{II}u_{i+1,j-2} + A_{10}\,{}^{II}u_{i+1,j-1} - A_{11}({}^{II}u_{i+1,j} + {}^{IV}u_{i+1,j}) +$$
$$+ A_{10}\,{}^{IV}u_{i+1,j+1} - A_9\,{}^{IV}u_{i+1,j+2} - C_7\,{}^{II}\mathbf{v}_{i-1,j-2} + C_8\,{}^{II}v_{i-1,j-1} - C_9({}^{II}v_{i-1,j} -$$
$$- {}^{IV}v_{i-1,j}) - C_8\,{}^{IV}v_{i-1,j+1} + C_7\,{}^{IV}v_{i-1,j+2} + C_{10}\,{}^{II}\mathbf{v}_{i,j-2} - C_{11}\,{}^{II}v_{i,j-1} +$$
$$+ C_{12}({}^{II}v_{i,j} - {}^{IV}v_{i,j}) + C_{11}\,{}^{IV}v_{i,j+1} - C_{10}\,{}^{IV}v_{i,j+2} - C_7\,{}^{II}\mathbf{v}_{i+1,j-2} +$$
$$+ C_8\,{}^{II}v_{i+1,j-1} - C_9({}^{II}v_{i+1,j} - {}^{IV}v_{i+1,j}) - C_8\,{}^{IV}v_{i+1,j+1} + C_7\,{}^{IV}v_{i+1,j+2} -$$
$$- (1-\nu^2)[0.5(1-\nu)\,{}^{III}m_{i-1,j-2} + (1+\nu)\,{}^{III}m_{i-1,j-1} + (4.5+3.5\nu)\,{}^{III}m_{i-1,j} -$$
$$- (1-\nu)\,{}^{III}m_{i,j-2} + 2(11-7\nu)\,{}^{III}m_{i,j-1} - (33+7\nu)\,{}^{III}m_{i,j} +$$
$$+ 2(1-\nu)({}^{III}W_{i-1,j-2} - 2\,{}^{III}W_{i-1,j-1} + {}^{III}W_{i-1,j} + 4\,{}^{III}W_{i,j-2} - 8\,{}^{III}W_{i,j-1} +$$
$$+ 4\,{}^{III}W_{i,j} + {}^{III}W_{i+1,j-2} - 2\,{}^{III}W_{i+1,j-1} + {}^{III}W_{i+1,j})/h^2 + \dot{P}_{i,j}]/(12h\delta) = 0. \qquad (9)$$

Аналогично можно получить уравнение для определения **v** в точке ij пластин III.

По описанной схеме можно получить разностные выражения для определения неизвестных m,W,u ,v в стыках, в которых соединяются более трех пластин.

Список литературы:

1. Габбасов Р.Ф. О разностных уравнениях в задачах прочности и устойчивости. Прикладная механика. К., 1982, №9.

2. Габбасов Р.Ф., Муниев Д.Д. Применение метода последовательных аппроксимаций к плоской задаче теории упругости в перемещениях.-Рукопись депонирована во ВНИИИС Госстроя СССР, 1985, №6111.

3. Габбасов Р.Ф., Уварова Н.Б. Расчет косоугольных плит и коробчатых конструкций с использованием разностных уравнений МПА. –Известия вузов. Строительство и архитектура. Новосибирск, 1983, №3.

4. Габбасов Р.Ф., Габбасов А.Р., Филатов В.В. Численное построение разрывных решений задач строительной механики. –М.: Издательство АСВ, 2008, -277с.

5. Муниев Д.Д. Расчет пластин и пластинчатых систем методом последовательных аппроксимаций. – Автореферат кандидатской диссертации. М., 1989.

ВОБАСТАГИИ ҚУВВАҲОИ ДОХИЛӢ ВА ҶОЙИВАЗКУНӢ ДАР ГИРЕҲИ Т–НАМУДИ СИСТЕМАҲОИ ЛАВҲАВӢ

Ҷ.Д. Муниев

Дар мақолаи мазкур муодилаҳои фарқиятии усули аппроксиматсияи пай дар пай (МАП) барои ҳисоби гиреҳи Т-намуди системаҳои лавҳавӣ бо назардошти шартҳои пайвастшавии лавҳаҳо оварда шудааст.

INTERACTION OF INTERNAL EFFORTS AND DISPLACEMENTS IN THE T-SHAPED KNOT-PLASTIC SYSTEM

D.J.Muniev

This article presents the difference equations of the method of successive approximations (MPA), obtained for the calculation of the T-shaped node plate system.

Key words: *difference equations, displacements,*

deflections, bending moments, conjugation conditions, lamellar systems, plates.

Сведение об авторе:

Муниев Джуракул Дехканович – 1954 г.р., окончил (1976г.) Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими (ТТУ), кандидат технических наук, доцент кафедры «Инженерная геодезия и картография» автор более 35 научных работ, область научных интересов- применение численных методов при расчете пластин и пластинчатых систем. Контактная информация: тел. 98 543 00 15.

МЕХАНИЗМЫ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНО-ВЯЖУЩИХ КОМПОЗИЦИЙ

Дж.Х. Саидзода, У.Х. Умаров, М.Р. Джуракулов

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье рассматриваются механизмы структурообразования и технологические особенности производства материалов на основе растительно-вяжущих композиций.

Определено, что что качественное улучшение арболитовых материалов с применением гуза-паи получено путем предварительной обработки дробленки гуза-паи, что выполнено с целью удаления из ее состава легкогидролизируемых и водорастворимых веществ.

Установлено, что заполнители из сырья растительного происхождения содержат следующие положительные свойства: недефицитность, малая плотность, достаточно хорошая смачиваемость в воде, а также простота в обработке. Но одновременно они также имеют некоторые отрицательные моменты, которыми затруднено получение материала с повышенной прочностью касательно системы «цементный камень - растительный заполнитель». Эти свойства должны учитываться в технологии производства композиционных материалов на основе растительно-вяжущих композиций.

Ключевые слова: *грунт, глина, арболит, гуза-пая, заполнители, класс, влажность, прочность, теплопроводность, морозостойкость*

К полученным на основе растительно-вяжущей композиции (РВК) композиционным строительным материалам относятся следующие материалы: арболит, фибролит, стружкобетон, скопобетон, опилкобетон, цементно-стружечные плиты, королит, ксилолит. В структурной основе этих материалов применяются целлюлозосодержащие вещества-заполнители растительного происхождения в виде низкосортной или некондиционной древесины, тонкомера, неделового горбыля срезок или торцов, станочных отходов-стружек, щепов, лесорамных опилок, одубины; отходов сельхозпроизводства, таких как костров льна, конопля, кенаф, джут, гуза-пая, рисовая солома, камыш; различные отходы целлюлозно-бумажного производства – ЦБП в виде скоп и пр.

Целлюлозосодержащие отходы материалов растительного происхождения обладают как своими собственными, так и общими специфическими свойствами. Данные свойства при формировании оказывают существенное влияние как на процессы структурообразования, так и на структурно-механические и эксплуатационно-строительные свойства исследуемых композитов. В качестве минерального вяжущего в структурном остове РЦК используют портландцемент, шлакощелочное вяжущее и т.п.

В теоретическом и практическом планах касательно разработки РЦК, а также и в общем РВК, остается множество нерешенных вопросов. В этой связи для решения некоторых обобщенных задач следовало бы заимствовать положение из основных теоретических основ структурообразования и производства бетона на основе минеральных заполнителей. Однако, хоть и существует общность свойств органических целлюлозосодержащих растительных заполнителей, необходимо учитывать также и существенные различия их свойств, например, от свойства пористых минеральных заполнителей. Этот фактор необходимо учитывать при разработке композиционных материалов со свойствами регулируемой прочности, в соответствии с физико-механическими и физико-химическими свойствами.

Заполнители из сырья растительного происхождения несут в себе такие положительные свойства, к которым относятся: недефицитность, малая плотность, достаточно высокая смачиваемость, а также легкий способ обработки. Наряду с этим этот материал имеет и отрицательные свойства, при которых происходит затруднение получения строительного материала повышенной прочности в системе «цементный камень - растительный заполнитель». Что, конечно, должно учитываться в технологии производства композиционных материалов, вырабатываемых на основе растительно-вяжущих композиций.

В табл. 1. приведены данные касательно кинетики изменения влажности, а также химического состава стеблей хлопчатника, вылежанного в течение года. Из результатов, приведенных в табл. 1, следует, что при вылеживании гуза-паи в ней происходит уменьшение водорастворимых веществ.

Проведенные исследования доказывают, что водорастворимые вещества гуза-паи негативно влияют на процесс твердения арболита, используемого как композиционный материал из портландцемента и стеблей хлопчатника.

Таблица 1

Кинетика сезонного изменения влажности и химического состава гуза-паи, %,

Время изъятия пробы, мес.	Влажность	Химический состав, %					
		Легкогидролизуемые вещества	Трудногидролизуемые вещества	Растворимые в воде продукты	Лигнин	Зольность	Другие
Ноябрь	65,11	15,72	31,91	12,04	30,01	6,58	3,96
Март	24,13	17,03	34,32	9,94	31,25	6,43	1,24
Июль	9,28	17,13	34,82	2,85	32,43	3,04	9,92

В этой связи при выработке РЦК с применением свежезаготовленных стеблей хлопчатника без предварительной их обработки дальнейший процесс их структурообразования затрудняется. Установлено, что дробленки гуза-паи, подвергшиеся предварительному замачиванию в течение 15 мин в воде, после декантации водной вытяжки привели к улучшению показателя прочности арболитовых материалов. Однако и эти процедуры не приводят к должному эффекту, который направлен, главным образом, на нейтрализацию действия водорастворимых компонентов свежеуложенных стеблей хлопчатника.

Выработанные материалы на основе РВК, предварительно выдержанные в течение 6-ти или более месяцев, показали повышение прочности бетона в 2 раза. Следовательно, можно заключить, что предварительное вымачивание гуза-паи повышает свойство прочности РЦК на 10-30% дополнительно. Что доказывает правильность вывода касательно необходимости предварительной мокрой обработки стеблей хлопчатника с целью удаления водорастворимых веществ, которое способствует повышению прочности разработанных на основе РВК материалов.

Исследования кинетики формирования прочности арболита на основе гуза-паи в зависимости от размера частиц растительного заполнителя - гуза-паи показал, что увеличение размеров частиц заполнителя из гуза-паи обратно пропорционально повышению средней плотности и прочностным характеристикам арболита. В связи с этим в дальнейших исследованиях были использованы стебли хлопчатника фракций до 30 мм.

Таким образом, следует подбирать расходы основных компонентов арболита – цемента, измельченной гуза-паи в сухом состоянии, различные химические добавки (в нашем случае - технический хлорид кальция, $CaC1_2$) и воды, как следует из данных табл. 2 Портландцемент марки М400 использовался в качестве вяжущего вещества.

Вышеизложенное дает основание сделать вывод, что при предварительной обработке растительного материала, с целью устранения из состава легкогидролизируемых и водорастворимых веществ, повышается качество изготовленного на их основе арболитового материала. Кроме этого, исследования показали, что значения величин размеров измельченной гуза-паи находятся в обратной пропорциональной зависимости от

таких величин, как средняя плотность, прочность арболитовых материалов и изделий на основе РВК из гуза-паи.

Таблица 2

Значения расходов компонентов в расчете на 1 м^{3}арболитовой смеси из гуза-паи

№ п/п	Арболит класса (марки)	Расход основных компонентов, кг на 1 м^3 арболитовой смеси из гуза-паи			
		Заполнитель (гуза-пая)	Цемент	Химические добавки	Вода
1.	В0,35 (М5)	197-203 (200)	257-263 (260)	7,7-8,3 (8)	397-403 (400)
2.	В0,75 (М10)	207-213 (210)	287-293 (290)	8,7-9,3 (9)	457-463 (460)
3.	В1 (М15)	217-223 (220)	317-323 (320)	9,7-10,3 (10)	477-483 (480)
4.	В2 (М25)	227-233 (230)	357-363 (360)	10,7-11,3 (11)	507-513 (510)

Исследовательскими работами показано, что структура арболита, как и других РВК, является крупнопористой с межзерновым пространством. 80-90% от их объема приходятся на растительные заполнители, и всего лишь 10-20% объема - цементный камень или иное твердое тело из других вяжущих веществ. При этом объем твердого тела, получаемый при твердении с помощью вяжущих веществ, является явно недостаточным, чтобы заполнить имеющиеся пустоты между частичными полостями целлюлозосодержащего заполнителя растительного происхождения. Таким образом, предварительно выполненные исследования показали, что для выработки арболитовых материалов, при которой используется растительный заполнитель (марки 5-35), согласно ГОСТ 19222-84 расход цемента составил 260-400 кг на 1 м^3. При этом наблюдается процесс некоторого недоиспользования запаса прочности компонентов арболитового материала, причиной которого может быть ослабление его структуры - как конгломерата, представляющей собой высокопрочные компоненты, т.е. может провоцироваться нарушением сцепления между этими компонентами.

Изучая результаты раннее проведенных исследований в этой области, следует отметить, что есть необходимость разработать методические основы формирования и изготовления материалов на основе РВК из гуза-паи, которая будет учитывать специфическую особенность растительного заполнителя.

В результате дальнейшего исследования были выявлены особенности технологического режима производства строительных материалов на основе РВК из гуза-паи.

Известно, что изготовленные материалы, изделия и конструкции из цементного бетона с использованием органических заполнителей (арболит) в связи с их эксплуатационными характеристиками нашли свое узкое применение, главным образом, в несущих и самонесущих стенах и покрытиях малоэтажных зданий и сооружений. Для нашего случая в качестве заполнителя используется гуза-пая в измельченном виде, которая в силу своей природы, структуры и химического состава имеет свойственную ей специфику, отличающуюся от других целлюлозосодержащих растительных отходов. Это обстоятельство необходимо учитывать при изготовлении материалов, изделий, а также конструкций на их основе.

Принципиальный технологический процесс изготовления арболитовых материалов, изделий и конструкций показан на рис. 1.

Согласно данной схеме технологическая последовательность изготовления арболитовых изделий следующая: из склада хранения гуза-пая ленточным транспортером подается в молотковую дробилку на измельчение, а после чего поступает на рассев в наклонное вибросито. Гуза-пая в измельченном виде посредством бункера с питателем – приемником вводится в ковшовую мешалку, куда поступает и подаваемая вода из бака. После 15 минутной выдержки водой измельченная гуза-пая передается на транспортер с сетчатой лентой, которая служит для стекания воды. На вымачивание измельчённая гуза-пая подается посредством сетчатого контейнера - в ванну (ёмкость) с водой, а в последующем транспортируется тельфером в бункер. В описанном случае агрегатами можно пренебречь из процесса технологического режима выработки арболитовых изделий. После всего этого масса передается в бункер при помощи элеватора, а в конечном пункте через дозатор масса поступает в смеситель.

Что касается подачи цемента, то как показывает приведенная технологическая схема, цемент подается в расходный бункер транспортом. Далее через дозатор цемент из расходного бункера поступает в смеситель. Из баков, которые оборудованы дозаторами, в смеситель вводятся добавки в виде: приготовленных водных растворов минерализатора, измельченной гуза-паи, вещества-ускорителя твердения цемента, а также при необходимости вода.

Изготовленная таким образом арболитовая масса переносится в укладчик и после чего в форму, которая расположена на рольганге. Затем рольганг подаёт на пресс - форму, при фиксации предварительно заданной толщины выработанного изделия путем его уплотнения. После чего форма транспортируется на участок выдержки, а в последующем готовые изделия передаются на пост распалубивания. Конечным технологическим циклом является шаг, при котором готовое арболитовое изделие выдерживается до состояния необходимой (отпускной) прочности.

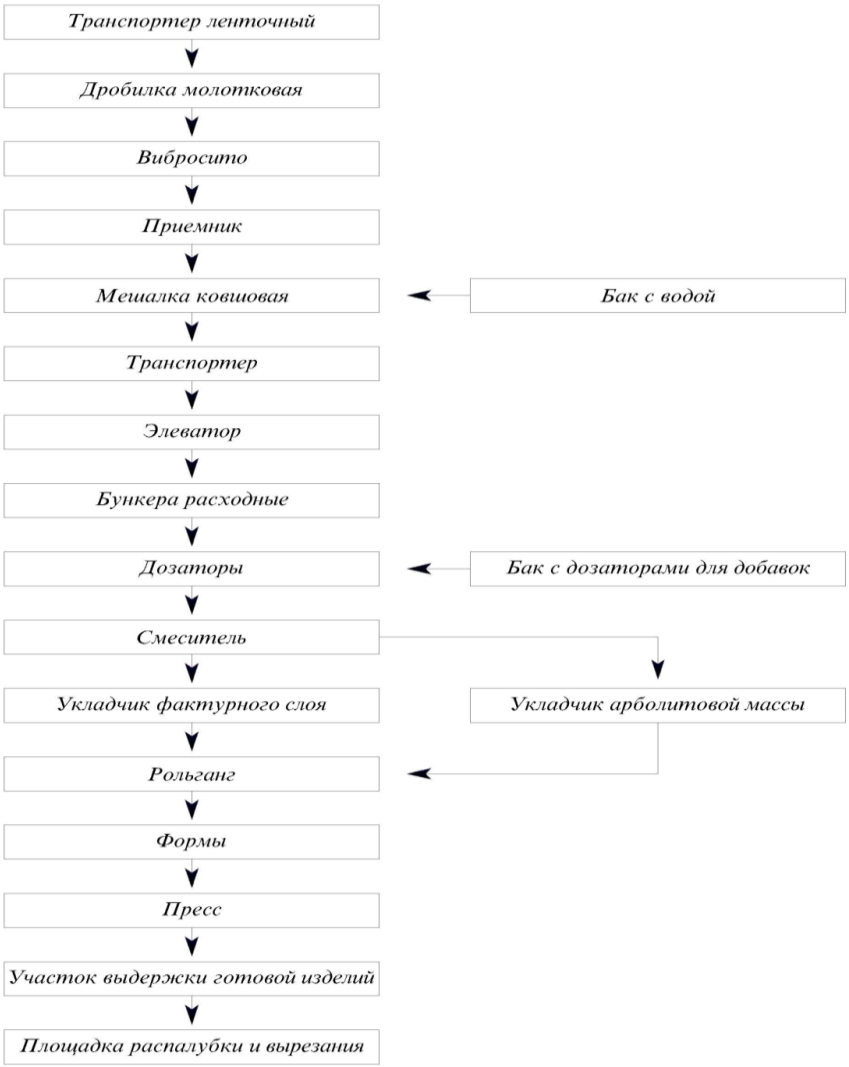


Рисунок 1 – Технологическая схема изготовления арболитовых изделий.

Результаты проведенных экспериментов по определению физико-механических свойств арболитовых материалов на основе гуза-паи позволили установить, что имеется возможность выработки крупноразмерных конструкционных изделий на основе разработанных арболитовых материалов, которые по своим характеристикам удовлетворяют основным нормативным требованиям МРТУ 21-5-64.

В табл. 3. приведены значения физико-механических характеристик арболитовых материалов, полученных при использовании измельченной гуза-паи различной фракции и класса (марки) и прочности.

Таблица 3

Физико-механические характеристики арболитовых материалов

№ пп.	Дробленные стебли хлопчатника, мм	Физико-механические свойства арболитовых материалов и изделий				
		Предел прочности при сжатии, МПа	Марка по прочности	Объемная масса, кг/м^3	Теплопроводность, Вт/(м·К)	Мрз в циклах
1.	3,0 – 10,0	2,89	25	600	0,114	Более F35
2.	1,2 – 10,0	2,56	25	600	0,103	Более F35
3.	Более 10	1,24	10	600	0,095	Более F35

Выполненный анализ испытанных образцов арболитовых материалов, представленных в виде кубиков, размеры 15х15х15 см, а также в виде призм, размеры 15х15х60 см, позволил установить следующее: полученные значения отношений призменной прочности ($R_{пр}$) к кубиковой прочности (R) для арболитовых материалов, в составе которых использовалась измельченная гуза-пая и рисовая лузга, равны, соответственно - 0,64 и 0,74 (см. табл. 4). При этом отмечено, что значение начального модуля упругости исследованных арболитовых материалов с использованием измельченной гуза-паи превышает более, чем в два раза ее значение, согласно нормативам. Нормативное значение для арболита с использованием рисовой лузги равно 682 МПа.

Также следует отметить, что арболитовые материалы на основе гуза-паи и рисовой лузги выдерживают более 35 циклов замораживания и оттаивания. Эти свойства удовлетворяют показателям нормативных требований, предъявляемых к ограждающим конструкциям зданий и сооружений.

Таблица 4

Прочностные свойства арболита

№ пп.	Вид заполнителя	Класс (марка) арболита	Предел прочности арболита при сжатии R, МПа	Призменная прочность, $R_{пр}$, МПа	$R_{пр}$/R	Начальный модуль упругости, МПа
1.	Дробленые гуза-паи	В1 (М15)	1,51	0,96	0,64	402-408 (405)
2.	Рисовая лузга	В1 (М15)	1,62	1,20	0,74	579-685 (682)

Литература:

1. Кобулиев З.В. Теплофизические свойства строительных материалов на основе растительно-вяжущей композиции // Жилищное строительство. -2006. -№9. - С.24-25.

2. Саидов Д.Х. Кинетика изменения прочности низкомарочных бетонов из грунтоцементных композиций при воздействии агрессивной среды // Естественные и технические науки. -2011. - №4(54). –С.532-537.

МЕХАНИЗМҲОИ ТАШКИЛИ СОХТОР ВА ХУСУСИЯТҲОИ ТЕХНОЛОГИИ ИСТЕҲСОЛИ МАВОД ДАР АСОСИ КОМПОЗИТСИЯҲОИ ЧАСПАКИ РАСТАНӢ

Ҷ.Ҳ. Саидзода, У.Х. Умаров, М.Р. Ҷӯракулов

Дар мақолаи мазкур механизмҳои ташкили сохтор ва хусусиятҳои технологии истеҳсоли мавод дар асоси композитсияҳои часпаки растанӣ баррасӣ гардидааст.

Муайян карда шудааст, ки беҳдоҳти сифатии маводи арболитӣ бо истифода аз ғӯзапоя тариқи коркарди пешакии резакунии он ба даст омада ва ин бо мақсади аз таркиби ғӯзапоя хориҷ кардани моддаҳои осонгидролизшаванда ва дар об ҳалшаванда иҷро гардидааст.

Муқаррар карда шудааст, ки пурканада аз ашёи хоми растанигӣ хосиятҳои мусбии зерин дорад: камёб нест, зичии кам дорад, намкашии кофӣ дар об, инчунин соддагӣӣ коркард. Аммо дар баробари ин баъзе аз ҳолатҳои манфие доранд, ки ба даст овардани мавод бо мустаҳкамии баланди ба системаи “санги сементӣ – пуркунандаи растанигӣ” тааллуқдошта мушкил аст. Ин хосиятҳо бояд дар технологияи истеҳсоли маводи композитсионӣ дар асоси композитсияҳои часпаки растанӣ ба ҳисоб гирифта шаванд.

Калимаҳои калидӣ: хок, гил, арболит, ғӯзапоя, пуркунандаҳо, синф, намнокӣ, мустаҳкамӣ, гармигузаронӣ, сармотобовар.

MECHANISMS OF STRUCTURE-FORMATION AND TECHNOLOGICAL FEATURES OF PRODUCTION OF MATERIALS BASED ON VEGETABLE AND BINDING COMPOSITIONS

J.H. Saidzoda, U.H. Umarov, M.R. Jurakulov.

The article discusses the mechanisms of structure formation and technological features of the production of materials based on plant-binding compositions. It was determined that the qualitative improvement of arbolite materials with the use of guza-shares was obtained by pretreatment of the shredded guza-shares, which was done in order to remove easily hydrolyzed and water-soluble substances from its composition. It was established that the aggregates from raw materials of plant origin contain the following positive properties: non-deficiency, low density, fairly good wettability in water, as well as ease of processing.

But at the same time, they also have some negative points that make it difficult to obtain a material with increased strength regarding the "cement stone - vegetable aggregate" system. These properties should be taken into account in the production technology of composite materials based on plant-binding compositions.

Key words: soil, clay, arbolite, guza-pai, aggregates, class, humidity, strength, thermal conductivity, frost resistance.

Сведения об авторах:

Саидзода Джамшед Хамро (Саидов Джамшед Хамрокулович) – доктор технических наук, доцент, и.о. профессора кафедры «Производство строительных материалов, технология и организация строительства» Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими.

Тел.: (+992) 918-66-81-71. E-mail: jamshed66@mail.ru

Умаров Улугбек Ходжакулович – кандидат технических наук, доцент, директор Государственного унитарного предприятия «Научно-исследовательский институт строительства и архитектуры» Комитета по архитектуре и строительству при Правительстве Республики Таджикистан

Тел.: (+992) 93-171-77-76. E-mail: Ulugbek.78@mail.ru

Джуракулов Мурод Рохатович – старший преподаватель кафедры «Производство строительных материалов, технология и организация строительства» Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими.

Тел.: (+992) 918-69-50-40. E-mail: murodali69@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ХРУПКОГО КОРРОЗИОННОГО РАЗРУШЕНИЯ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ С РАЗНЫМИ ВИДАМИ КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ

Дж.Х Саидзода., А Шарифов., Наджибуллохи Р.

Таджикский технический университет им.акад.М.С.Осими

Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии АН РТ

В статье представлены иследования коррозионной стойкости неметаллической арматуры при воздействии агрессивных сред, при испытаниях поднапряженных образцов арматуры в агрессивных средах. Эти испытания обладают определенной условностью, т. к. в реальных условиях эксплуатации армированных бетонных конструкций присутствует одновременное воздействие на арматуру растягивающего напряжения и коррозионной среды. В связи с этим исследования коррозии проводились под постоянным напряжением АСП и АБП, создаваемом на рычажной установке.

Ключевые слова: композитная арматура, коррозионная стойкость, агрессивные среды, химический состав, контрольные образцы, время разрушения, время.

Исследования коррозионной стойкости неметаллической арматуры при воздействии агрессивных сред обычно

проводят при испытаниях ненапряженных образцов арматуры в агрессивных средах [1-2].

Следует отметить, что эти испытания обладают определенной условностью, т. к. в реальных условиях эксплуатации армированных бетонных конструкций присутствует одновременное воздействие на арматуру растягивающего напряжения и коррозионной среды.

В связи с этим исследования коррозии проводились под постоянным напряжением АСП и АБП, создаваемом на рычажной установке.

В качестве коррозионной среды был принят 1Н раствор NaOH при температуре 20°С, широко используемый для определения щелочной стойкости стеклопластиковой арматуры.

Испытания проводили при различных уровнях напряжения от $0{,}3\sigma_в$ до $0{,}7\sigma_в$ на следующих образцах АСП и АБП:

- в состоянии поставки;
- забетонированных и подверженных термовлажностной обработке по режиму: 2 часа - подъем температуры, 6 часов – выдержка при температуре равной 80°С;
- то же с последующим испытанием в климатической камере по режиму замораживания до температуры -50°С, оттаивание в 5% растворе NaCL.

Результаты испытаний исследуемых образцов на склонность к хрупкому коррозионному разрушению под напряжением приведены в таблицах 3.7, 3.8 и на рисунке 3.1. Анализ данных таблиц показывает, что в процессе нагружения образцов при напряжениях $0{,}68\sigma_в$, $0{,}53\sigma_в$ и $0{,}35\sigma_в$до помещения их в щелочную среду имели место три случая хрупкого разрушения образцов в исходном состоянии. В то же время образцы-близнецы при большем напряжении не разрушались. Что свидетельствует о нестабильности качества опытных образцов АБП. То же самое получилось при воздействии на напряженные образцы 1Н раствора NaOH. Уменьшение уровня напряжения не увеличивает стойкость исследуемых образцов против хрупкого коррозионного разрушения, что, как правило, имеет место в процессе таких испытаний.

В ходе исследований не выявлен порог напряжений, ниже которого резко возрастает долговечность. Так при $\sigma_о$= ~$0{,}3\sigma_в$ стойкость образцов 1 и 2 составляет 3-5 суток, а при $\sigma_о$= ~$0{,}6\sigma_в$(образец 7) 12 суток. ТВО бетона не оказала отрицательного действия на долговечность образцов (образцы 12 и 13). В отношении предварительных испытаний на МРЗ (образцы 14 и 15) также не выявлено отрицательного влияния на время до разрушения.

В отношении образцов на эпоксидном связующем можно отметить, что образец АБП диаметром 4,3 мм (стойкость 5 часов при $\sigma_о$= $0{,}55\sigma_в$) значительно в большей степени склонен к хрупкому коррозионному разрушению, чем образец диаметром 6,4 мм, который испытывался практически при том же уровне напряжений (стойкость 118 часов). Таким образом, увеличение диаметра неметаллической арматуры значительно повышает стойкость против хрупкого коррозионного разрушения.

Следует отметить, что исследуемые образцы арматуры разных производителей имеют разную стойкость против хрупкого коррозионного растрескивания, что является следствием различия технологических режимов, процессов и химического состава используемого сырья при изготовлении композитной арматуры. [3].

Таблица 1

Результаты испытаний неметаллической арматуры на склонность к хрупкому коррозионному разрушению в 1Н растворе NaOH при температуре 20°С

№№ п/п	Марки-ровка*	Поврежд. волокна, %	Вид арматуры, связующее	Диаметр арм., мм	Напряжение при испытании σ_0, кг/мм^2	$\sigma_0/\sigma_в$, %	Время до обрыва	
							Сут-час	Час-мин
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
1	1-1	40	БПА ЛВС	5,25	31,6	32	3-18,5	90-30
2	1-2	80	БПА ЛВС	5,25	32,6	33	5-18,5	138-30
3	2-1	100	БПА ЛВС	5,25	42,6	43	18-21	453
4	3-2	100	БПА ЛВС	5,25	50,2	51	1-20	44
5	3-1	50	БПА ЛВС	5,25	50,2	51	14-0,5	336-30
6	4-1	100	БПА ЛВС	5,25	52,0	53	обрыв при нагружении	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	2-2	40	БПА ЛВС	5,25	58,2	59	11-18	264
8	5-1	60	БПА ЛВС	5,25	59,3	60	3	72
9	4-2	–	БПА ЛВС	5,25	50,2	51	12 суток - обрыва нет	
10	–	50	БПА ДЕВ	5,25	43,8	44,2	14-12	348
11	–	30	БПА ДЕВ	5,25	67,3	68	обрыв при нагружении	
12	–	35	БПА ЛБС**	5,25	61,6	62	3-7	79
13	–	70	БПА ЛБС**	5,25	64.6	65	10-16	256
14	–	50	БПА ЛБС***	5,25	50,2	51	4-5	101
15	–	–	БПА ЛБС***	5,25	61.6	62	7-9	177
16	–	70	БПА ЭНФБ	4.3	29,6	35	обрыв при нагружении	
17	–	40	БПА ЭНФБ	4,3	45.9	55	0,2	5
18	–	30	БПА ЭНФБ	6,4	49,0	58	4-22,5	118-30
19	–	50	СПА****	5,25	51,1	52	13-2	312-30
20	–	–	СПА****	5,25	50,3	51	33 суток - обрыва нет	

* - первая цифра – номер стержня, вторая – порядковый номер образца;
** - образец подвержен ТВО в бетоне;
*** - образец подвержен ТВО и МРЗ в бетоне;
**** - в качестве аналога испытывалась стеклопластиковая арматура по ТУ-2296-001-20994511-98.

Таблица 2

Результаты испытаний АБП и АСП на склонность к коррозионному растрескиванию

№ п/п	Серия партия	Диаметр, мм	σ_a, кгс/мм^2	Время до разрушения, час
1	2	3	4	5
1	11 АБП	5,5	61,6	30800
2	11 АБП	5,5	64,6	18616
3	11 АБП	5,5	74,7	18136
4	11 АБП	5,5	44,2	28920
5	11 АБП	5,5	57.3	18040
6	11 АСП	5,5	60,0	287
7	11 АСП	5,5	64,0	61
8	11 АСП	5,5	73,0	48
9	11 АСП	5,5	79,0	864
10	11 АСП	5,5	73,0	624
11	13 АБП	5,5	70,0	969
12	14 АБП	5,5	50,5	221
13	15 АБП	5,5	50,5	9*
14	15 АБП	5,5	42,0	53
15	15 АБП	5,5	70,0	7*
16	16 АСП	5,5	58,0	720
17	16 АСП	5,5	70,5	592
18	17 АСП	5,5	57,5	840
19	17 АСП	5,5	73,0	16
20	18 АСП	5,5	56,0	696
21	18 АСП	5,5	68,0	9*
22	19 АСП	5,5	58,0	311

* - использовалось волокно с дефектами

Часть образцов, находящихся в напряженном состоянии без воздействия среды в течение срока, при котором разрушался образец-близнец, были

подвергнуты испытаниям на изгиб по ГОСТ 14019-80 «Методы испытания на изгиб». В ходе испытаний определялась разрушающая нагрузка [4-5].

Также были испытаны три образца АБП на связующем ЛБС после воздействия на них 1Н раствора NaOH при температуре 20°С в ненапряженном состоянии в течение 19 суток. Анализ результатов, представленных в таблице 3, показал, что контрольные образцы не выявили большого разброса по прочности, щелочной раствор NaOH при температуре 20°С практически не повлиял на прочностные свойства АБП ЛБС.

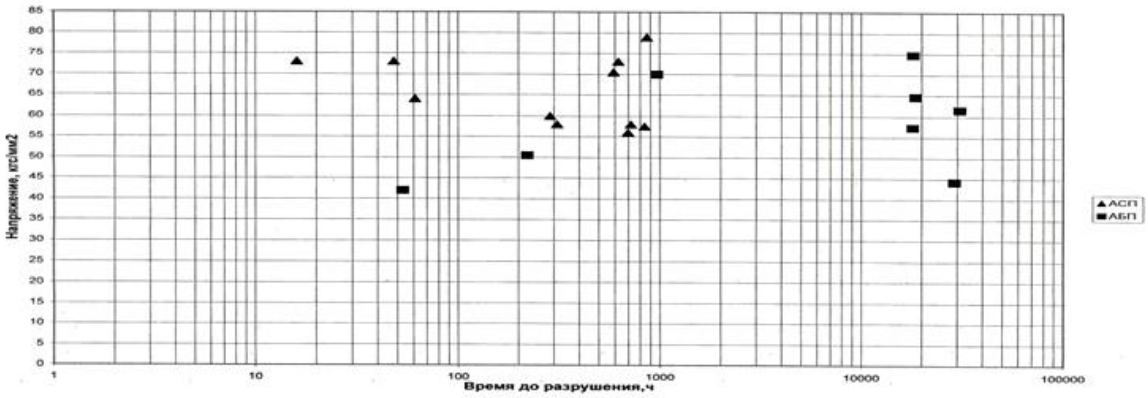


Рис.1. Результаты испытаний АБП и АСП под напряжением в 1Н растворе NaOH при температуре 20°С

Таблица 3

Результаты испытаний образцов АБП на изгиб

Наименование	Марка	Диаметр, мм	Разрушающая нагрузка, кгс	
			Контрольные*	NaOH**
АБП ЛБС	4-1	5,25	140	–
	4-3	5,25	140	–
	5-3	5,25	140	–
АБП ЛБС	1-3	5,25	–	140
	2-3	5,25	–	80
	3-3	5,25	–	140
АБП ЭНФБ	–	4,3	110	–
АСП***	–	6,4	170	–
	–	5,25	180	–

* - контрольные образцы находились под напряжением в атмосферных условиях;
** - воздействие 1Н раствора NaOH на ненапрягаемые образцы АБП в течение 19 суток;
**** - стеклопластиковый образец испытан для сравнения.

Выводы. Одной из основных проблем надежности и долговечности сооружений, выполненных из железобетона, является защита арматуры железобетонных конструкций от коррозии и преждевременного их разрушения. Известные способы защиты стальной арматуры в железобетонных конструкциях, эксплуатирующихся в агрессивных по отношению к металлу сред, являются низко ценными и не долговечными, а увеличение защитного слоя бетона ведёт к перерасходу бетона и увеличению стоимости строительства. В связи с чем и приобретают большое значение работы, направленные на изучение неметаллических композитных материалов.

Испытания образцов на стойкость к хрупкому коррозионному растрескиванию под напряжением показали, что увеличение диаметра неметаллической арматуры значительно повышает стойкость против хрупкого коррозионного разрушения. Так

образец АБП диаметром 4,3 мм (стойкость 5 часов при σ_o= 0,55$\sigma_в$) значительно в большей степени склонен к хрупкому коррозионному разрушению, чем образец диаметром 6,4 мм, который испытывался практически при том же уровне напряжений (стойкость 118 часов).

Литература:

1.Степанова В.Ф.Неметаллическая композитная арматура для зданий и дорожно-транспортных сооружений повышенной долговечности В.Ф.Степанова, Коррозия материалов защита–Москва 2011.– № 8 – с.1819

2.Прочность и деформативность изгибаемых элементов изтяжелого бетона, армированных стеклопластиковой и стальной арматурой-М.Хишмах, Д. Р.Маилян, П.П.Польской, А.М.Блягоз-Новые технологии – Майкоп, 2012. – № 4. – С. 147-152

3.Лешкевич О. Н. Перспективы применения композитной арматуры О.Н.Лешкевич Бетон и железобетон – 2011. – № 9. – с. 12-14.

4.Вильдавский Ю.М. О ползучести и релаксации напряжений в стеклопластиковой арматуре Ю.М.Вильдавский – Москва Стройиздат, 1970. – 80 с.

5.А.А.Гвоздева. Анкерные крепления к бетону. НИИЖБ 2010 г

ТАҲҚИҚОТИ ЧАРСИЮ ЗАНГЗАНӢ ДАР ВАҚТИ ВАЙРОНШАВӢ АЗ ТАЪСИРИ БОР БО НАМУДИ АРМАТУРАҲОИ ҒАЙРИФИЛИЗӢ

Ҷ.Ҳ. Саидзода, А. Шарифов, Наҷибуллоҳи Р.

Дар мақола озмоиши арматураи ғайриметаллӣ дар шароити ба зангзанӣ тобовар аз муҳити атроф дар ҳолати санҷишӣ боргузорӣ намудани намунаи арматураҳо дар ҳолати зангзанӣ аз муҳити атроф оварда шудааст. Ин озмоишҳо дорои шартҳои муайян буда, дар шароити ҳақиқии экспулататсионии армиронии конструксияи бетонӣ, мавҷуд будани таъсирнокии яквақтаи бор дар ҳолатҳои кашиш ва ба зангзанӣ тобовар аз муҳити атроф пешбинӣ шудааст.

Таҳқиқоти мазкур дар ҳолати пӯсиш ва боргузории доимии арматураи шишагин ва арматураи базалтӣ бо таҷҳизоти BRUKER Q4 Mobail муайян сохта шудааст.

Калимаҳои калидӣ: арматураи ғайрифилизӣ, ба зангзанӣ тобовар, муҳити атроф, таркиби химиявӣ, намунаи санҷишӣ, вақти вайроншавӣ, вақт.

STUDY OF CORROSION UNDER VOLTAGE WITH DIFFERENT TYPES OF COMPOSITEFITTINGS

Saidzoda J.H, Sharifov A, Najibullohi R.

The article presents a study of the corrosion resistance of non-metallic reinforcement when exposed to corrosive media, when tested under stressed reinforcement samples in corrosive environments. These tests have a certain conventionality, since in real conditions of operation of reinforced concrete structures there is a simultaneous effect on the reinforcement of tensile stress and corrosive environment. In this regard, corrosion studies were carried out under constant voltage FGP and BPA, created on the lever installation and the device BRUKER Q4 Mobail.

Key words: composite reinforcement, corrosion resistance, aggressive environment, chemical composition, control samples, time of destruction, time.

Сведения об авторах:

Саидзода Джамшед Таджикский технический университет E-mail: jamshed66@mail.ru

Шарифов Абдумумин Таджикский технический университет E-mail: sharifov49@mail.ru

Наджибуллохи Рузи. Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии АН РТ. E-mail: Najibullo90@yahoo.com

ТАЪСИРИ ИНШООТИ БУНЁДШАВАНДА БА ДЕФОРМАТСИЯШАВИИ АСОСҲОИ БИНОҲОИ МАВҶУДА

М.А. Сулаймонова

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ

Суръати сохтмони бино ва иншоот дар шароити зичи бунёдкорӣ сол аз сол афзуда истодааст. Дар натиҷа асосҳои бино ва иншооти пеш сохташуда аз таъсири вазни бинои нав сохташаванда ҳам дар раванди сохтмон ва ҳам дар муддати истифодабарӣ деформатсияҳои ҳархела пайдо мекунанд, ки истифодаи нормалии онҳоро душвор мегардонад.

Дар мақола сабаби пайдоиши деформатсияҳои норaво, намудҳои онҳо ва чорабиниҳо оид ба кам намудани таъсири бинои сохташудаистода ба бинои мавҷуда оварда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: *фурӯнишинӣ, деформатсияи ҳаддӣ, тамоюл, ҷойивазкунии уфуқӣ, фурӯнишинии иловагӣ, нобаробарии фурӯнишинӣ, бинои мавҷуда, бинои сохташаванда, ҳамроҳшавии биноҳо, ҳолати шиддатнокию тағйирнокии шакл, чорабиниҳои конструктивӣ, таъсири сохтмонӣ-технологӣ.*

Тибқи меъёрҳои амалкунанда асос ва таҳкурсии бино ва иншоот вобаста аз ду гурӯҳи ҳаддӣ: қобилияти борбардорӣ ва устуворӣ – гурӯҳи якуми ҳолати ҳаддӣ; деформатсияшавӣ – гурӯҳи дуюми ҳолати ҳаддӣ ба лоиҳа гирифта мешаванд.

Ҳисоб аз рӯйи деформатсияшавӣ барои аксари биноҳои шаҳрвандӣ ва саноатӣ асосӣ ҳисобида мешавад. Деформатсияҳои пайдошаванда дар асоси шароити истифодаи нормалии бино ва иншоот муқаррар карда мешаванд.

Аз таъсири вазни конструксияҳо ва борҳои муфиди иншоот таҳкурсии дар хокҳои дисперснок бунёдшуда ҷойивазкунии арзӣ-фурӯнишинӣ пайдо мекунанд, ки одатан қиматҳои ҳархела доранд. Фурӯнишиниҳои нобаробар сабаби дар конструксияҳои рӯйизаминии бино ва иншоот ба вуҷуд омадани деформатсияҳо гашта, ба истифодаи нормалии он халал мерасонанд.

Қобили қайд аст, ки қариб ҳамаи бино ва иншоот фурӯнишиниҳои бузургиашон гуногунро пайдо мекунанд ва аз ҳамин сабаб асоси онҳо вобаста ба гурӯҳи дуюми ҳаддӣ, яъне деформатсияшавӣ ҳисоб карда мешаванд.

Мувофиқи МҚС ҶТ [1] ин ҳисоб аз рӯйи шарти зерин иҷро мешавад:

$S \geq Su$ (1)

дар ин ҷо: S – деформатсияи ҳисобии якҷояи бино ё иншоот; Su – бузургии ҳаддии деформатсияи якҷояи асос ва иншоот.

Қиматҳои деформатсияи ҳаддӣ вобаста аз нақшаи конструктивии бино аз замимаи 8 [1] вобаста аз схемаи конструктивии бино интихоб карда мешавад.

Фурӯнишиниҳои нобаробари иншоот барои конструксияҳои онҳо номусоид мебошанд. Аз ин сабаб иҷрошавии шарти зеринро низ санҷидан зарур аст:

$(\Delta S/L) \leq (\Delta S/L)_u$ *ё ки* $i \leq i_u$, (2)

дар ин ҷо: ΔS - фарқияти байни фурӯнишиниҳои таҳкурсиҳои ҳамсоя, ки бо роҳи ҳисобкунӣ муайян карда мешаванд; L – масофаи байни тирҳои таҳкурсиҳои ҳамсоя; $\Delta S/L$ – фарқияти нисбии фурӯнишиниҳо; $(\Delta S/L)_u$ – бузургии иҷозатдодашудаи ҳаддии нобаробарии нисбии фурӯнишиниҳо; i – тамоюли иншоот аз рӯйи ҳисоб; i_u – тамоюли ҳаддии иҷозат додашудаи иншоот.

Аз тарафи дигар ҳосили ҷамъи деформатсияҳои иловагии асоси биноҳои ба ҳам наздик набояд аз бузургии ҳаддии имконпазири ҳар як иншооти муоинашаванда зиёд бошад, яъне:

$\sum S_{ad}^{i} \leq S_{ad\,u}$, (3) дар ин ҷо: S_{ad}^{i} – бузургии деформатсияи якҷояи иловагӣ дар натиҷаи таъсири омилҳои гуногун; $S_{ad\,u}$ – бузургии фурӯнишинии ҳаддии иҷозат додашудаи иншооти муоинашаванда.

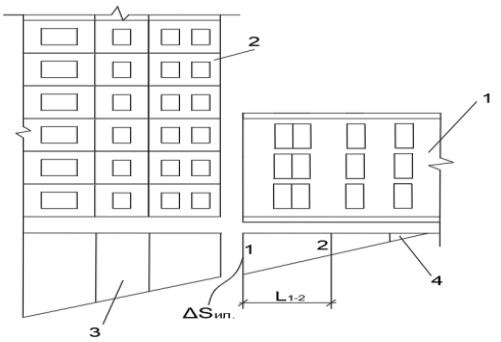
Ҳадафи иҷрошавии шартҳои 1 ва 2 аз таъмин намудани бехатарии объектҳои сохташаванда иборат буда, лоиҳаи сохтмони бинои нав дар наздикии биноҳои мавҷуда бояд беосебии онҳоро таъмин намояд [2].

Дар ҳолати дар асоси бино ба вуҷуд омадани фурӯнишинии иловагии зичшавӣ S_{ad} одатан, деформатсияҳои барҷастагӣ, каҷшавӣ ва тағйирёбии шакли бинои мавҷуда пайдо мешаванд. Дар натиҷаи мушоҳидаи зиёди воқеӣ хулоса бароварда шудааст, ки намуди деформатсияи бино аз фурӯнишинии иловагӣ аз деформатсияи фурӯнишии хоси он фарқ мекунад (расми 1).

Нобаробарии зиёдтарини фурӯнишинӣ бевосита дар ҷойи ҳамроҳшавӣ бо бинои нави сохташаванда мушоҳида карда шудааст. Дар ин ҷо каҷшавии иловагии бинои кӯҳна ба вуҷуд меояд, ки бузургии онро бо ифодаи зерин муайян мекунанд:

$$\Delta S_{ad}/L = (S_{ad,1} - S_{ad,2})/L \quad (4)$$

дар ин ҷо: $\Delta S_{ad}/L$ – каҷии иловагии бинои нав дар қитъаи ҳамроҳшавӣ; $S_{ad,1}$ ва $S_{ad,2}$ – нуқтаҳои масофаашон гуногуни бинои мавҷуда (сохташуда) аз хати ҳамроҳшавӣ ба бинои нав; $S_{ad,1}$ - фурӯнишинӣ аз тири девори наздиктарин ба хати ҳамроҳшавӣ, ки одатан ба фурӯнишинии зиёдтарини иловагӣ баробар аст; L – масофаи байни нуқтаҳо.



Расми 1. Вусъатгирии эпюраи фурӯнишиниҳои биноҳои нав ва мавҷуда: 1 – бинои мавҷуда; 2 – бинои сохташаванда; 3 – эпюраи фурӯнишинии бино; 4 – эпюраи фурӯнишинии иловагӣ

Бояд қайд кард, ки барои бино ва иншооти мазбут ва нисбатан кӯтоҳ тамоюли иловагиро муайян мекунанд. Тамоюли иловагӣ i_{ad} - нисбати фарқияти фурӯнишинии иловагии тамоми бино ба андозаи он (ба хати ҳамроҳшавии кӯндаланг).

Дар баъзе мавридҳо барои осон намудани ҳисоб иҷрои шартҳои зерин тавсия карда мешавад:

$$(\Delta S_{ad\ max}/L) = (\Delta S_{ad\ \max u}/L); \quad (5)$$

$$i_{ad} \leq i_{ad\ u}, \quad (6)$$

дар ин ҷо: $\Delta S_{ad\ max}$ - бузургии зиёдтарини фурӯнишинии иловагӣ дар қитъаи деворҳои ба бинои сохташаванда наздик ҷойгиршуда; $S_{ad\ \max u}$, $\Delta S_{ad\ \max u}/L$ ва $i_{ad\ u}$ - бузургиҳои иҷозат додашудаи нишондиҳандаҳои номбаршуда.

Бузургии фурӯнишинии иловагии ҳаддии иҷозат додашуда, фарқияти нисбии фурӯнишиниҳо, тамоюли биноҳо ва иншооти ҳамсоя $S_{ad\ u}$ бо ҳисоби якҷояи бино, иншоот ва асос, инчунин бо истифодаи тарзи ададӣ муайян карда мешавад.

Бунёди биноҳои нав дар наздикиҳои биноҳои мавҷуда ҳалли геотехникии масъалаҳои гузошташудаи зеринро талаб мекунад: 1) ҷустуҷӯи сохти мувофиқи беҳтарини таҳкурсии бинои сохташавандаи нав, ки ба биноҳои мавҷуда таъсири камтарин мерасонанд; 2) интихоби технологияи эҳтиёткунанда; 3) таъйин намудани чорабиниҳо оид ба ҳимояи биноҳои ҳамсоя, ки ба таъсири статикӣ ва технологӣ мувофиқат мекунад.

Дар мавриди бунёд ва истифодаи бино ва иншооти шаҳрвандӣ ва саноатӣ дар шароити сохтмони зич дар биноҳои бунёдшуда аз таъсири омилҳои зерин фурӯнишиниҳои иловагӣ пайдо мешаванд:

1) аз тағйирёбии ҳолати шиддатнокӣ – деформатсияшавии асоси бинои мавҷуда дар мавриди боркунии массиви хоки бо бинои нав бо назардошти тағйирёбии имконпазири речаи обҳои зеризаминӣ – фурӯнишинии иловагии зичшавӣ ($S_{ad,s}$);

2) аз таъсири сохтмонӣ-технологӣ ба асоси бинои мавҷуда – фурунишинии иловагии сохтмонӣ – технологӣ ($S_{ad,t}$);

3) аз таъсири таҷҳизоти технологӣ, ки дар бинои нав ҷойгир ва кор мекунад, ба асоси биноҳои ҳамсоя – фурӯнишинии истифодабарӣ ($S_{ad,e}$).

Фурӯнишинии иловагии сохтмонӣ-технологӣ ҳисоби мураккаб дошта, аз сабаби пайдо шудани нобаробариҳои хеле зиёд аз ҳама хатарнок мебошад.

Таъсири биноҳои сохташавандаро ба биноҳои дар наздикии он ҷойгиршуда бо чорабиниҳои лоиҳасозӣ, меъморӣ, конструктивӣ ва технологӣ кам кардан мумкин аст.

Чорабиниҳои лоиҳасозӣ барои дур намудани бинои нав аз бинои мавҷудбуда ба масофаи бехатар, ки одатан 10 – 20 метрро ташкил медиҳад, равон карда мешаванд. Дар ин ҳолат бинои нав ҳамчун “алоҳида истода” шуморида шуда, масъала ҳалталаб ҳисобида намешавад.

Ҳаллҳои меъморӣ фарзан қабул мекунанд, ки бинои нав дар минтақаи якҷояшавӣ сабук гардонида шудааст. Инро бо роҳи ҷойгиркунии қисми бино, ки баландии он аз бинои дар ҳамсоягӣ ҷойгирифта пасттар мебошад, ё якҷояшавӣ бо гузаргоҳҳо сабук карда шудааст, натиҷагирӣ менамоянд.

Чорабиниҳои технологӣ ҳангоми истифода бурдани тарзҳои ҳимоявии корҳои заминӣ, ғӯтонидани мехсутунҳо, комаҳо ва ба ҳамин монанд пешбинӣ мешаванд.

Чорабиниҳои конструктивӣ дар мавриди иҷро нашудани шарти 1....5 истифода бурда мешаванд. Ин чорабиниҳо ба се гурӯҳ ҷудо карда шудаанд: 1) бинои нав дар таҳкурсиҳои пастбунёд сохта мешавад; 2) ҳангоми сохтани бинои нав таҳкурсиҳои мехсутунӣ истифода мешаванд; 3) дар зери бинои нав сохтмони иншооти чуқури зеризаминии ҳаҷмаш калон пешбинӣ шудааст.

Ҳамин тариқ, ҳангоми сохтани бино ва иншооти нав дар шароити мавҷуд будани бино ва иншооти сохташуда чорабиниҳои ҳимояи онҳоро аз таъсири вазни иншоот ва биноҳои нав бунёдшуда пешбинӣ намудан лозим аст. Дар акси ҳол, дар биноҳои

сохташуда деформатсияҳои иловагӣ пайдо шуда, истифодаи онҳоро душвор мегардонанд ва ба инкишоф ёфтани деформатсияҳои иловагии номумкин мусоидат мекунанд.

Адабиёт:

1.МҚС ҶТ Асосу таҳкурсиҳои биною иншоот. Меъёрҳои лоиҳакашӣ. МС ҶТ 50-01-2007

2. Сотников С.Н. и другие. Методика выбора проектного решения фундаментов зданий, возводимых около существующих домов и сооружений. Л.: ЛДНТП, 1990. – 36с

3.Сотников С.Н., Симагин В.Г., Вершинин В.П. Проектирование и возведение фундаментов в близи существующих сооружений / Под ред. С.Н. Сотникова – М.: Стройиздат, 1986.

4.Справочник геотехника. Основания, фундаменты, подземные сооружения / Под общей ред. В.А. Ильичева и Р.А. Мангушева. – М.: Изд-во АСВ, 2014-728с.

ВОЗДЕЙСТВИЕ СТРОЯЩИХСЯ СООРУЖЕНИЙ НА ДЕФОРМАЦИИ СУЩЕСТВУЮЩИХ ЗДАНИЙ

М.А. Сулаймонова

Строительство зданий и сооружений в условиях плотной застройки требует особого внимания, так как основания существующих зданий и сооружений как в процессе строительства, так и в процессе эксплуатации получают дополнительные деформации от их веса, что осложняет их дальнейшую эксплуатацию. В статье проанализированы причины проявления, виды, а также конструктивные мероприятия по уменьшению дополнительных деформаций.

Ключевые слова. осадка; предельная осадка; дополнительная осадка; крен; неравномерность осадок; существующие здания; строящиеся здания; напряженно-деформированное состояние; конструктивные мероприятие.

INFLUENCE OF CONSTRUCTING BUILDINGS ON DE-FORMATION OF BASIS OF EXISTING BUILDINGS

M.A. Sulaymonova

Buildings and constructions are often built in the building up conditions. This leads to the situation. When existing buildings get extra atmospheric precipitations because of changes of the strained deformed condition during loading of soil mass with new building. The reasons of appearance and types of such kind of deformations are considered in this article, and also the measures to reduce them.

Key words: settlement; limiting settlement; relative settlement;mode of deformation; careen; consolidation settlement; housing; defected mode

Маълумот дар бораи муаллиф:

Сулаймонова М.А – н.и.т., и.в. дотсенти кафедраи “Иншоотҳои зеризаминӣ, асос ва таҳкурсиҳо”-и ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ. Тел: 985-03-03-63 ; E-mail: mutabar_1953@mail.ru

УДК 728.03 (575.2)

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ЛАНДШАФТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ И БЛАГОУСТРОЙСТВА В ИСТОРИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ ГОРОДОВ СРЕДНЕЙ АЗИИ (на примере города Душанбе)

М.И. Исмаилов

В статье рассматриваются вопросы антропогенного ландшафта и благоустройства на территории городов Средней Азии. Как показывает анализ городов на территории Таджикистана, Душанбе имеет один из самых низких показателей водо-обеспечения, что влияло на ландшафтную организацию и благоустройство в течение долгого времени (XIX—начало XX вв.). Обращается внимание на меры, которые предпринимали в Душанбе и других городах республики в годы советской государственности. Делается вывод о том, что необходимо разработать предложения по улучшению водо-обеспеченности и водоснабжения, особенно по городу Душанбе.

***Ключевые слова**: антропогенный ландшафт, благоустройство, водо-обеспеченность, водопотребление, городская застройка, генеральный план, архитектура.*

На ранних этапах своего развития (V в. до н.э. - XI в. н.э.) города Средней Азии имели небольшие площади территорий с небольшой численностью населения; водные ресурсы (реки, озера, каризы, каналы и др.) обеспечивали в полной мере потребности в водоснабжении население городов и сельских населенных пунктов.

Резкое ухудшение ландшафтно-микроклиматических условий городов Мавераннахра наступает в первой половине XIII века, связанное с экспансией войск Чингисхана.

Монгольское нашествие в Средней Азии сопровождалось жесточайшим истреблением населения, разрушениями городов, зданий, оросительных систем. Многие города лежали в развалинах, развитая ирригационная система, питавшая водами Амударьи, Сырдарьи, Зеравшана и других рек города и цветущие оазисы были совершенно разрушены, население массово покидало умирающие селения Мавераннахра, и там, где ещё недавно густая зелень садов и полей радовала глаз, слоями ложились пыль и песок. Лучшие мастера были вывезены в Монголию и поэтому города восстанавливались очень медленно, строительство на первых порах удовлетворяло лишь жизненно важные функции населения. Например, ещё в 1233 году, по словам Ибн Батуты, арабского путешественника и географа, во время его пребывания в Бухаре, большинство мечетей, медресе и рынков лежало в развалинах. «А жители унижены, их свидетельства не принимаются в Хорезме и других странах, - говорит ибн Батута, - из-за того, что они прославились фанатизмом, лживыми утверждениями и отрицанием правды. В настоящее время там нет тех, кто знал бы что-либо из науки, нет и тех, кто проявлял бы внимание к ней»[1].

Впоследствии, в результате укрепления государства и усиления политической власти, начинается новый восстановительный период в развитии городов, который достигает своего высшего расцвета во времена правления Тимуридовв XIV-XV веках. Общий культурный подъем государства (Восточный ренессанс), наблюдаемый во всех областях развития науки, культуры и искусства, отражается на формировании ландшафтного облика и экологического состояния городов.

Увеличение населения и территории ведет к необходимости повышения уровня водообеспеченности городов. Хотя наличие водных ресурсов, на данном этапе, еще достаточно для обеспечения оптимального уровня водоснабжения городов, уже осознается необходимость рациональной организации системы обводнения. Оптимизируется величина каналов, более развитый, но достаточно совершенный характер приобретает система распределения воды на территории города. Достаточно плотное размещение системы обводнения определяет высокий уровень озеленения и благоустройства. Причем озеленение достигает высокого уровня не только в пределах городов, но и в пригородных зонах. Рациональное, взаимосвязанное распределение системы обводнения и озеленения благоприятно отражается на формировании ландшафтного облика и микроклиматического состояния городов, благоухающую среду которых восторженно описывают современники. Так, за красоту и ландшафт в X в. Худжанд был увенчан лестным эпитетом «Тирозиджахон», т.е. «Краса мира» или «Невеста мира»[2].

Развитие городов в период социального кризиса XVIII века происходило весьма неравномерно. Многие города, такие, как Самарканд, Бухара, Хива, Ургенч, Шахрисябз, Термез, в связи с усилением феодальной раздробленности и ослаблением государственной власти, начинают приходить в упадок. В результате смут и междоусобной борьбы, происходит разрушение и запустение городов. Русский посол, посетивший Бухару в 60-х годах XVIII века, писал: "... а в Юганской земле всего четыре города живущих (населены), а иные и те пусты". Захирел и лежал в развалинах вплоть до 1758 года Термез, совершенно опустел Шахрисябз. В 1760 годах, по свидетельству очевидца "…в Хиве, кроме сорока бедных семейств, никто не жил. Пятничная молитва большей частью совершалась в присутствии трех-четырех человек. Внутри города стал цвести тамариск, а в разрушавшихся домах поселились дикие животные".

В Новое время мелкие правители, в связи с ослаблением центральной власти в ханствах, стали укреплять и отстраивать свои резиденции. Появились новые города, превратившиеся в центры ремесла и торговли. Так, в первой половине XVIII века, по инициативе Пенджикентского бека, городок был перенесен на новое, более удобное место. Начал быстро развиваться Карши – местопребывание наследника Бухарского престола новой династии. Территориально растет и благоустраивается Худжанд, где сооружаются новые городские стены. Укрепляется город Ура-Тюбе, слывший сильной крепостью, центр одного из уделов в государстве Джанидов развивается, как городской центр Исфара.

Около середины XVIII столетия начинает стабилизироваться политическая власть, укрепляется экономика страны. Бухарское, Кокандское, Хивинское ханства претерпевают период оживления и подъема. Постепенно восстанавливаются города, до того пришедшие в полный упадок. Возрождение городов определяется, главным образом, восстановлением разрушенных источников водоснабжения. Например, после восстановления в 1753 году плотины на канале Даргом, в Самарканд переселяются большие группы населения. Аналогичная

ситуация наблюдается и в других крупных городах.

К периоду присоединения Туркестанского края к России в 1868 году, заметно увеличивается население городов, хотя территории почти не развиваются. Рост населения и интенсификация хозяйственной деятельности определяет увеличение потребностей водоснабжения. Несмотря на то, что восстановленные системы обводнения и озеленение пространства продолжают сохранять прежнюю структуру распределения на территории городов, существующих водных ресурсов начинает явно не доставать.

Сопоставление состояния водоснабжения и озеленения ряда городов дореволюционного периода развития позволило определять низкий уровень обводненности и относительно высокий уровень озеленённости большинства из них. Вэто же время на одного жителя приходилось весьма незначительное количество зеленых насаждений. Это положение создало противоречие между относительно высокой степенью озеленения городов и недостатком озелененных пространств в нормах на одного жителя, что свидетельствует о диспропорциях между площадью территории и плотностью населения городов. Однако, несмотря на сказанное, уровень ландшафтно-микроклиматического равновесия продолжает оставаться достаточно высоким даже при высокой плотности населения городов.

В бывшей Восточной Бухаре массовые заболевания малярией считались буквально бытовым явлением. Горные реки, при их выходе в долинные места, нередко создавали большие заболоченные пространства, поддерживаемые обилием родниковых вод. Коренное население, живущее в долинах, почти поголовно болело малярией. Особой «славой» в этом отношении пользовались города Куляб, Регар и «Долина смерти» (так до революции называли Гиссарскую долину).

За годы гражданской войны ирригационная система в бывшей Восточной Бухаре пришла в полный упадок из-за отсутствия необходимого надзора, а также вследствие причиненного временем и водой разрушения стенок арыков. Паводки, дающие избыток воды в арыках, способствовали заболачиванию больших площадей, тем самым создавая благоприятную почву для размножения малярийных комаров.

Годами не очищаемые хаузы (бассейны для хранения воды в хозяйственных целях) мелели и обрастали травой. Заброшенные «чигири» (ямы, вырытые для хранения запасов воды и поливки из них соседних полей) и рисовые поля вокруг Душанбе служили очагом размножения малярийных комаров.

Заболоченные места тянулись в районах реки Кофарнихон и речушки Лучоб, между Сталинабадом и Кокташом, между Сталинабадом и Гиссаром. Большие болота находились в районе Путовского моста на правом берегу Душанбинки (ныне мост по улице Исмоила Сомони).

На рубеже XIX-XXвеков, с появлением закрытой системы водоснабжения - водопровода, функция открытой системы водоснабжения, в частности обводнения, сначала постепенно, а затем окончательно утрачивает своё доминирующее значение в удовлетворении утилитарных потребностей. Уменьшение значимости системы обводнения ослабляет внимание к уходу за ней, что приводит, в итоге, к резкому ухудшению её санитарно-гигиенического состояния. Это, в свою очередь, снизило функциональные, микроклиматические и эстетические характеристики городских ландшафтов, ухудшило экологическое состояние среды. Арыки и хаузы стали рассадниками инфекционных заболеваний.

После установления Советской власти в Таджикистане, борьба с болезнями, достигшими эпидемического характера, велась радикальными мерами. Так, в связи со вспышкой малярии с 1924 года начали проводить нефтевание водоемов и заболоченных мест. Мелкие водоемы осушались, а крупные — петролизировались: при помощи гидропультов по поверхности воды разбрызгивали керосин, берега водоёмов обметывались смоченными в керосине вениками[3]. Так решалась борьба с малярией. Однако это не только оказывало положительное влияние на искоренение малярии, но отрицательно повлияло на озеленение и обводнение.

В 1929 году, по постановлению Совнаркома Таджикской Республики, создаётся правительственная комиссия для составления проекта благоустройства Сталинабада. Комиссией определилась общая площадь территории города в перспективном плане в 3 тыс. га, из расчета, что к концу первой пятилетки в Сталинабаде будет проживать 30 тысяч человек[4].

Долгое время для душанбинцев главным источником водоснабжения был Варзоб. До 20-х годов XX века одной из самых распространенных в Душанбе

профессий была профессия машкобчи-водоноса. Машкоб – это бурдюк, мешок из шкуры теленка, вмещавший в себя до тридцати литров воды. Носили его на ремне за спиной. Воду из Варзоба машкобчи брали неподалеку от базара, напротив устья Лучоба. У водоносов можно было купить воду для питья, для приготовления пищи, даже для поливки улиц перед лавками или домами.

Так как воды в городе не хватало, городской отдел коммунального хозяйства в 1927 году организовал водовозный обоз (две бочки) для снабжения жителей водой. Затем было принято решение о постройке временного водопровода, который вступил в строй 1 января 1931 года (постановление горсовета «О водопроводе» от 21 июня 1930 г.), куда вода подавалась посредством электронасосов[5]. Начинался он на левом берегу Варзоба, неподалеку от центра города, там, где и сейчас находится напорная очистная станция душанбинского водопровода. Вначале водопровод имел один центробежный насос, приводимый в действие локомобилем. Мощность водопровода была 1,1 тыс. кубометров в сутки. К водопроводу были присоединены 14 домов. В 1932 году мощность городского водопровода достигла 220 тыс. кубометров воды в год, протяжение уличной сети достигло 8,7 км с присоединением к ней 84 домов. Уже в 1940 году протяженность водопроводной сети возросла до 45 км, а подача воды в сутки – до 20 тыс. кубических метров.

Улицы города по ночам не освещались. В 1930 году на улицах города впервые было установлено несколько десятков керосино- накаливаемых фонарей. В 1929 году в городе начинается строительство первой булыжной мостовой – от вокзала до центра города. 7 июня 1930 года Совнарком Таджикской ССР принимает постановление «О строительстве дорог, тротуаров и водопровода в городе Сталинабад в текущем строительном сезоне». После этого, впервые на опытном участке улицы от здания телеграфа до санитарно-бактериологического института (бывшая улица Шевченко, сейчас имени Шероз), дорога покрывается асфальтом. Уже в начале 1940 года город имел протяженность булыжных мостовых – 43,1 км и асфальтированных – 2,5 км[6].

Как пишет Л.А.Камилова в своей диссертации, одно из мероприятий по водоснабжению городов для зеленых насаждений в 20-х годах прошлого столетия в Узбекистане предусматривало только осушение резервуаров хаузов. В этой связи, предлагались даже проекты временного использования осушенных резервуаров под своеобразные скверы с тем, чтобы в последствие вновь пустить в них воду. Однако, конструкции хаузов были разобраны для нужд текущего строительства, а оставшиеся ямы были просто засыпаны. Так, в Бухаре из 114 хаузов осталось только 3, в Самарканде из 107 хаузов - только 12. Аналогичная ситуация наблюдалось в большинстве других небольших городов республики. Вследствие ликвидации системы хаузов исчезла и оросительная сеть из арыков[7].

За период советской государственности в Таджикистане заметно увеличилось количество городов, выросли их территории. Если до революции общее количество городов на территории Гиссарского бекства в пределах Гиссарской долины составляло всего 3 (Хисор, Денау, Термез), в настоящее время их насчитывается в пределах только таджикской части Гиссарской долины 4 (Душанбе, Гиссар, Вахдат, Турсун-Заде). Территория Душанбе из небольшого сельского поселения увеличилась почти в 50 раз!

Анализируя сложившееся положение, необходимо отметить, что в результате интенсификации сельского хозяйства и промышленного производства, происходит постоянное повышение уровня водопотребления. В этой связи, при росте населения и территорий городов существующих водных ресурсов, 90% из которых потребляет сельское хозяйство и промышленность, воды не хватает для удовлетворения всё возрастающих коммунально-бытовых нужд городов.

При этом необходимо учесть, что Таджикистан располагает ограниченными земельными ресурсами, пригодными для сельскохозяйственного использования. Площадь сельскохозяйственных угодий составляет 1.57 млн.га или 11% общей площади страны. Площадь обрабатываемой пашни - 769.9 тыс .га, включая 720 тыс. га орошаемых земель. Говоря же о водных ресурсах, отметим, что в Таджикистане находятся истоки 600 рек и временных водотоков. В гидрографическом отношении можно выделить четыре основных речных бассейна. На северо-западе это бассейн реки Сырдарья, где реками Ходжабакирган, Аксу и Исфара формируется поверхностный сток в объёме 0.4 км/год, примерно 1% всего стока бассейна.

На юге - бассейн реки Амударья, представленный реками Вахш, Пяндж и Кофарнихон, доля которых в объёме водных ресурсов этого бассейна составляет 82.5%. Река Вахш - самая крупная река в стране,

пересекающая ее с севера-востока на юго-запад. Река берет начало в Кыргызстане, где она называется Кызыл-Су, и ее водосборная площадь лежит в самой высокой (более 3500м) части страны. Река Пяндж обозначает границу между Таджикистаном и Афганистаном почти по всей ее длине. Река Кофарнихон - другой крупный приток реки Амударьи, впадающий в нее на расстоянии 36 км вниз по течению от слияния рек Пяндж и Вахш. На северо-западе - это бассейн реки Заравшан, когда-то считавшийся крупным притоком реки Амударья, ее сток полностью разбирается на орошение. Средне-многолетний речной сток, формирующийся в пределах терри-ториальных границ Таджикистана, составляет 64 км^3. Следует подчеркнуть, что в структуре формируемых поверхностных вод бассейна Аральского моря (116 км^3), на долю Таджикистана приходится 55.4%[8].

Кроме дефицита водных ресурсов, являющегося существенным тормозом в развитии городов, сложность обстановки усугубляется и тем, что в результате специфики природно-климатических условий и антропогенной деятельности происходит загрязнение городской среды. Основу фонового загрязнения атмосферы составляет пыль, концентрация которой во многих городах выше предельно допустимой, а введение в атмосферу таких загрязнителей автотранспорта, промышленного, хлопко-*очистительного и хлопко-обрабатывающего производства, как окись азота, углеводорода, сернистого газа и других, ещё более ухудшает состояние чистоты воздуха.

В летний период, под действием ультрафиолетового излучения и при загрязнении воздуха окисью азота, углеводорода и сернистого газа, возможность возникновения фотохимических реакций, в процессе которых образуются вещества со значительной токсичностью, чем примеси, поступающие в воздушный бассейн, увеличивается. Пагубное действие сернистого газа на растительность приводит к снижению ее роста, резко ухудшает условия развития.

Одновременно происходит загрязнение водных источников сточными водами производств и отходами бытового мусора. Нарушение санитарно-гигиенического состояния водотоков в Яване, Шахритузе, Турсун-Заде, Душанбе других крупных и малых городах приводит к ухудшению функционирования ведущих элементов ландшафта, снижает эстетические и рекреационные характеристики территорий, отрицательно влияет на формирование ландшафтно-экологического состояния городов и влияет на здоровье населения.

Данными Комитета по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан и Министерства энергетики и водных ресурсов Республики Таджикистан определено что в Душанбе, за последние десять лет произошли серьезные внеплановые изменения; неупорядоченное экономическое развитие города привело к интенсивному развитию промышленности и, соответственно, к непредвиденному росту населения, превышающему плановые показатели, что вызвало внеплановое увеличение территории. Это явилось причиной серьезных нарушений в функциональном использовании территорий, к увеличению разрыва между желательными и реальными показателями условий проживания.

Об ухудшении показателей качества городской среды свидетельствуют:

-резкое сокращение территориальных резервов, предусмотренных для создания озелененных зон в городе, поскольку на них [в нарушение генерального плана] разместилась промышленная, жилая и прочая застройка;

-обеспеченность зелеными насаждениями общего пользования упала с 4,8 м.кв./чел. в 1968 году до 4,1 м.кв./чел. в 2006 г.;

-территория, прилегающая к городу, функционально не упорядочена; резко сократились участки, предусматриваемые для отдыха, город оказался окруженным кольцом разнообразных, не проектировавшихся сооружений.

-захват территорий, прилегающих к городу, частными собственниками, что ограничивает свободный доступ населения к рекреационным зонам.

Система озеленения Душанбе носит дробный характер, она "разделена" на малые озелененные участки, сосредоточенные преимущественно в центральной зоне города, в то время как отдельные районы не имеют даже небольшие участки озелененных зон. Территория города лишь с северной и восточной стороны имеет связь с природными комплексами, частично служащими защитной зеленой зоной города (Камчинский леспромхоз вдоль Варзобского ущелья близ восточной части города).

Обводнение и озеленение Душанбе определяется формированием планировочной структуры города вдоль и поперек естественно сложившихся водотоков.

Центральная зона города и отдельные районы города снабжены линейными источниками обводнения, общая пропускная способность которых составляет 48,6 куб.м/сек. Однако парковая система города не повсеместно связана с источниками обводнения (например, Боги устод Рудаки).

Сопоставляя данные водо-обеспечения Душанбе, Худжанда, Исфары, Канибадама, Пенджикента, Явана, Нурека, Куляба, Гиссара, можно отметить относительно высокий уровень водо-обеспечения Гиссара, который резко возрос благодаря проведению в 40-х годах прошлого столетия Большого Гиссарского канала. Реставрация и реконструкция каналов Нагорный, Чайрикорон, Янгичайрикорон, Хазара, Гавкуш, Фалакон, а также небольших каналов Шайнак, Чортут и Аккурган и сооружение ряда водоемов (Комсомольское озеро, Озеро «Варзоб», «Чорбог») также позволило улучшить обводненность территории города Душанбе.

Однако, несмотря на относительно высокую водо-обеспеченность, площадь водной поверхности города составляет всего 1,1,% от территории города, хотя по сравнению с другими городами, на одного жителя Душанбе приходится самый высокий показатель - 1,6 м.кв/чел.. Несмотря на ряд мероприятий, направленных на увеличение площади зеленых насаждений общего пользования, уровень озелененности города продолжает оставаться низким. Ещё белее низкие показатели обводненности и озелененности наблюдаются в других городах республики (особенно в Яване, Дангаре, Кулябе, Бохтаре-Курган-Тюбе).

Это положение свидетельствует о плохом состоянии обводнения и озеленения городов республики, что требует разработки предложений доулучшению сложившегося состояния, особенно по городу Душанбе.

Литература:

1. Ибрагимов Н. Ибн Батута (1333) как источник по истории Средней Азии // Средняя Азия в древности и средневековье (история и культура). – М.: Наука, 1977. - С. 141.

2.Мец Адам. Мусульманский Ренессанс. – М.: Изд. Восточной литературы, 1966. – С. 322, прим. 2.

3.Хасанов А., Вишневский А. Сталинабад – столица Таджикской ССР. (исторический очерк). – Сталинабад: Таджикгосиздат, 1959. – С. 191-192.

4. Мамаджанова С., Мукимов Р., Тиллоев С. Очерки истории и культуры Душанбе. /Под общей редак. Р.С.Мукимова. – Душанбе: АН РТ- ОО «ICOMOS в Таджикистане», 2008. – С. 97.

5.Мамаджанова С., Мукимов Р., Тиллоев С. Очерки истории и культуры…, указ.соч., с. 97.

6. Мамадназаров Х. Рожденный Октябрем. – Душанбе: Изд. «Ирфон», 1975.

7. Камилова Л.А. Принципы формирования ландшафтов городов, расположенных в сухом жарком климате (на примере Узбекистана): Дисс… канд. архитектуры. – Ленинград, 1984 (спец. 18.00.04). – С. 46.

БАЪЗЕ МАСЪАЛАҲОИ ТАШКИЛИ МАНЗАРАҲО ВА ОБОДОНӢ ДАР САРЗАМИНҲОИ ТАЪРИХИИ РУШДИ ШАҲРҲОИ ОСИЁИ МИЁНА (мисоли шаҳри Душанбе)

М.И. Исмаилов

Дар мақола масъалаҳои манзараҳои антропогенӣ ва ободонии шаҳрҳо дар сарзаминхои Осиёи Миёна дида баромада мешавад. Чӣ хеле ки гузаронидани таҳлили шаҳрҳо дар сарзамини Тоҷикистон, алалхусус дар шаҳри Душанбе нишон медиҳад, аз ҷиҳати таъмини об дар дарачаи хеле пасттарин буда, он дар муддати дуру дароз (асри XIX – аввалхои асри XX) барои ташкил кардани манзараҳо ва ободонии шаҳр бисёр таъсир кардааст. Дида мешавад, ки дар давраи собиқ давлати Шӯравӣ дар Душанбе ва дигар шаҳрҳои ҷумҳурӣ барои ободонӣ аҳамияти махсус медоданд. Аз ин ҷо хулоса мебарояд, ки махсус барои шаҳри Душанбе барои таъмини об мулоҳиза зарур аст.

Калимаҳои калидӣ: манзараи антропогенӣ, ободонии сарзаминҳо, таъмини об, истифодабарии об, шаҳрҳои пуриморат, нақшаи кулл, меъморӣ, сохтҳои меъморӣ.

SOME OF THE ISSUES OF LANDSCAPE ORGANIZATION AND IMPROVEMENT IN THE HISTORICAL DEVELOPMENT OF CITIES OF CENTRAL ASIA (onexample of Dushanbe)

M.I. Ismailov

The article covers the issues of anthro-pogenic landscape and accomplishment of territory in the cities of Central Asia. As the analysis of cities in Tajikistan shows, Dushanbe has one of the lowest indicators of water supply that influenced the landscape organization and accomplishment of territory for a long time (XIX - early XX centuries). Attention is drawn to the measures taken in Dushanbe and other cities of the Republic during the Soviet statehood. It is concluded that it is necessary to develop measures to improve access to water and water supply, especially in the city of Dushanbe.

Key words: anthropogenic landscape, accomplishment of territory, water supply, water consumption, urban development, general master plan, architecture.

Сведение об авторе:

Исмаилов М.И., ст. пр., ТТУ им. ак. М.С.Осими.Email:mikhail.ismailov.44@mail.ru

РЕЗУЛЬТАТЫ НАТУРНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПЕШЕХОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ

Н.М.Хасанов, А.О.Якубов

Таджикский технический университет имени М.С.Осими

В статье приведены экспериментальные записи и результаты их оцифровки, проанализированы амплитудно-частотные характеристики колебаний грунта насыпи и подземного перехода. На основе амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) получены частотные спектры, амплитуды и периоды, скорости продольных и поперечных колебаний подземных переходов относительно главной оси сооружения. Полученные динамические характеристики влияния наземного транспорта на конструкцию сооружения являются основными критериями для применяемых методов расчета сооружения на сейсмические воздействия. Эти данные, полученные в процессе натурных экспериментов, позволяют уточнить расчетные модели сооружения и сейсмические нагрузки.

Ключевые слова: *нагрузка, инженерные сооружения, транспорт, подземный переход, тоннель мелкого заложения, землетрясения.*

При натурных экспериментах была исследована методика изложения в работах [7,2,3]. Эксперименты проводились на сооружениях г. Ташкента, так как была использована частично работа и установленные приборы Инженерно-сейсмометрических станций Института сейсмостойкого строительства Академии наук Узбекистана имени академика М.Т. Уразбаева, так как они установлены стационарно в метро, а на подземные и надземные переходы установили временно на период исследований [4-7].

Датчики для измерения амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) необходимых для определения динамического расчета напряженного состояния, а также для определения смещений конструкций показаны на (рис 1,2,3) для подземного, надземного перехода и тоннеля метро.

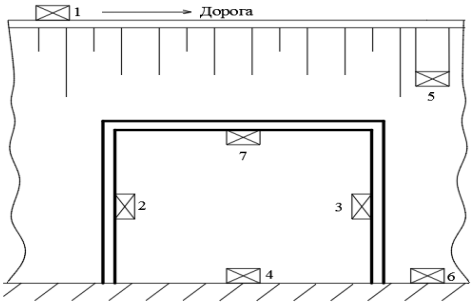


Рис. 1. Подземный переход
- сейсмодатчик

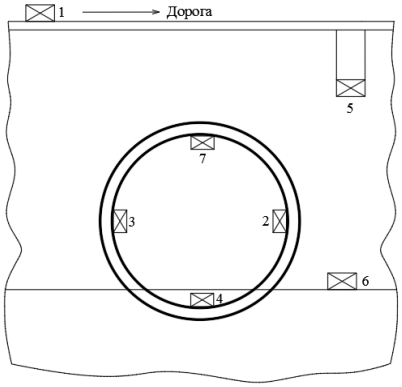


Рис. 2. Тоннель мелкого заложения.
- сейсмодатчик

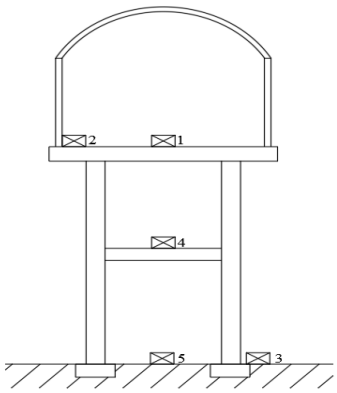


Рис 3. Схема надземного пешеходного перехода через железнодорожный переход станции «Ташкент»

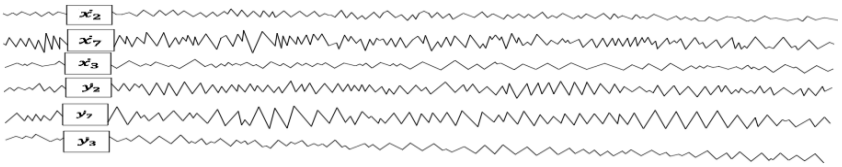


Рисунок 4. Запись колебания грунта и подземного перехода от транспорта $(\dot{x}_2, \dot{y}_2), (\dot{x}_7, \dot{y}_7)$ и $(\dot{x}_3, \dot{y}_3)$ *– соответственно, продольные и поперечные составляющие скорости колебаний по измерительным точкам №2, №7 и №3*

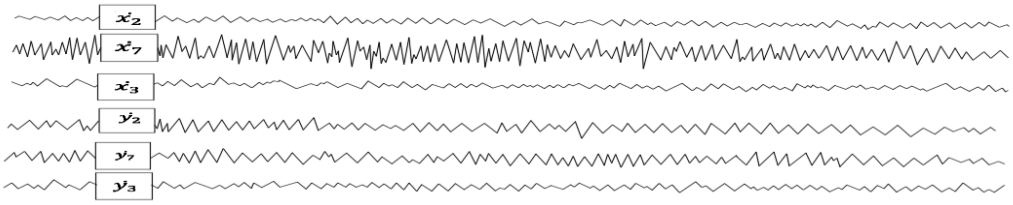


Рисунок 5. Запись колебания грунта подземного перехода от транспорта.

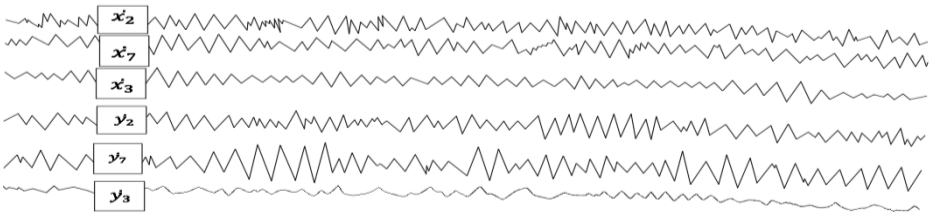


Рисунок 6.Запись колебания грунта и полотна дороги при движении поезда метрополитена $(\dot{x}_2, \dot{y}_2), (\dot{x}_7, \dot{y}_7)$ и $(\dot{x}_3, \dot{y}_3)$ *– соответственно, продольные и поперечные составляющие скорости колебаний по измерительным точкам №2, №7 и №3*

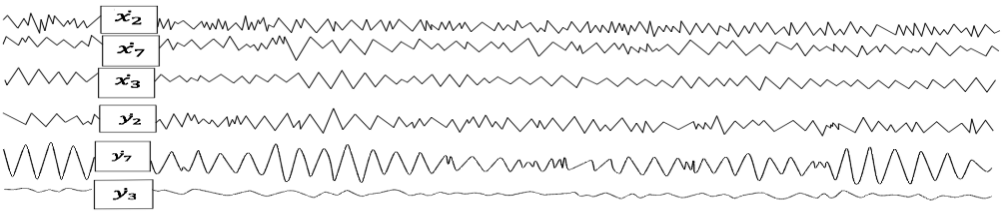


Рисунок 7. Запись колебания грунта и полотно дороги при движении поездов одновременно по двум направлениям $(\dot{x}_2, \dot{y}_2), (\dot{x}_7, \dot{y}_7)$ и $(\dot{x}_3, \dot{y}_3)$ *– соответственно, продольные и поперечные составляющие скорости колебаний по измерительным точкам №2, №7 и №3*

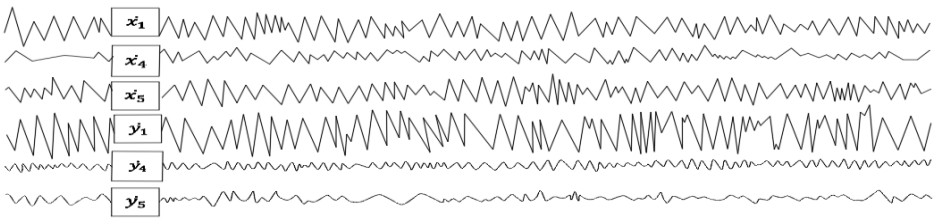


Рисунок 8. Запись колебания грунта и фундамента наружного перехода при движении поезда метрополитена $(\dot{x}_1, \dot{y}_1), (\dot{x}_4, \dot{y}_4)$ и $(\dot{x}_5, \dot{y}_5)$ *– соответственно, продольные и поперечные составляющие скорости колебаний по измерительным точкам №1, №4 и №5*

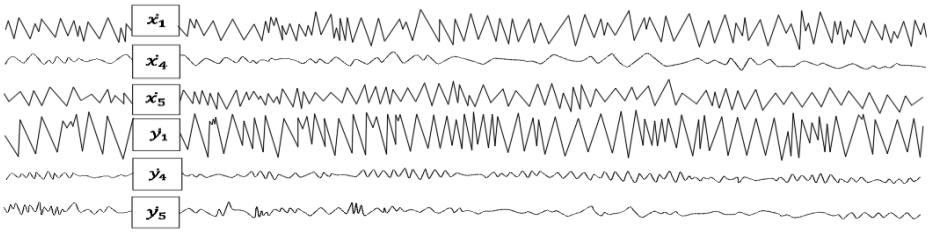
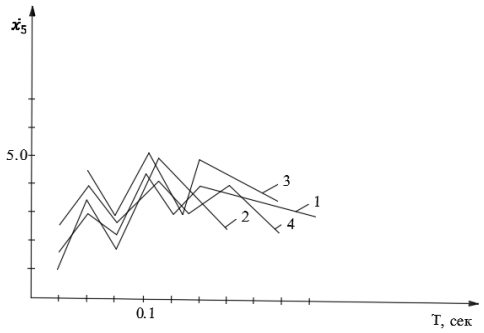
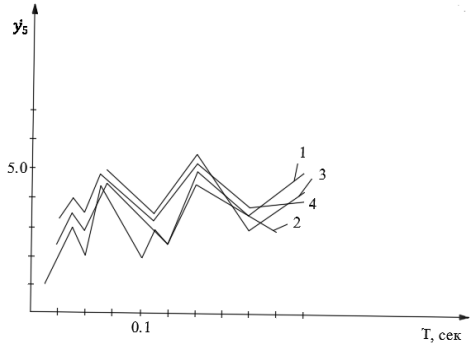


Рисунок 9. Запись колебания грунта и наружного пешеходного перехода при движении поездов $(\dot{x}_1, \dot{y}_1), (\dot{x}_4, \dot{y}_4)$ и $(\dot{x}_5, \dot{y}_5)$ *– соответственно, продольные и поперечные составляющие скорости колебаний по измерительным точкам №1, №4 и №5*

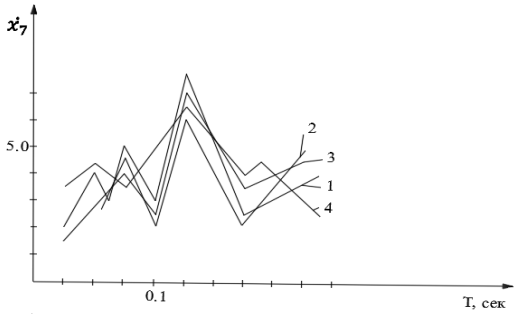


а)

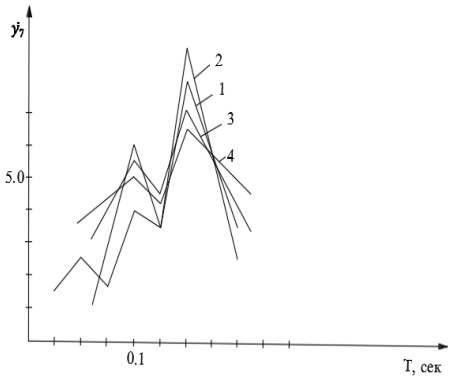


б)

Рис 10. Амплитудно-частотные характеристики колебания дорожного полотна при движении поездов



а)



б)

Рис 11. Амплитудно-частотные характеристики колебания наружного пешеходного перехода при движении поездов

Таблица №1

Значения скорости продольного колебания грунта на стены подземного перехода от транспорта.

№	T мм	T с	v c^{-1}	T_{max}	T_{min}	V_{max}	V_{min}	2A мм	A мм	β	V_0	$A_{ист}$ мм/с	Макс. ампл.
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**
1	3,0	0,075	13,3					5,9	2,95	1,0	285,0	0,010	
2	2,8	0,07	14,28					5,3	2,65	1,0	285,0	0,009	
3	2,1	0,052	19,04					4,0	2,00	1,0	204,0	0,009	
4	2,8	0,07	14,28					5,3	2,65		285,0	0,009	
5	3,8	0,095	10,52					5,2	2,60		285,0	0,009	
6	2,9	0,072	13,79					6,5	3,25		285,0	0,011	
7	4,1	0,102	9,75					4,5	2,25		285,0	,008	
8	3,6	0,09	11,11					5,5	2,75		285,0	0,010	
9	3,0	0,075	13,33					4,1	2,05		285,0	0,007	
10	2,1	0,052	19,04					5,2	2,60		204,0	0,012	
11	4,9	0,122	8,16					7,5	3,75		285,0	0,013	
12	2,2	0,055	18,18					6,0	3,00		204,0	0,014	
13	1,9	0,047	21,05		0,047	21,05		3,0	1,50		204,0	0,007	
14	5,3	0,132	7,54					8,0	4,00		285,0	0,014	
15	3,3	0,082	12,12					5,5	2,75		285,0	0,010	
16	2,5	0,062	16,00					4,8	2,40		204,0	0,011	
17	2,2	0,055	18,18					5,2	2,60		204,0	0,012	
18	3,3	0,082	12,12					6,5	3,25		285,0	0,011	
19	5,4	0,135	7,40					6,5	3,25		285,0	0,011	
20	2,0	0,05	20,00					5,0	2,50		204,0	0,012	
21	2,1	0,052	19,04					3,0	1,50		204,0	0,007	
22	4,9	0,122	8,16					5,6	2,80		285,0	0,010	
23	3,9	0,097	10,25					5,1	2,55		285,0	0,009	

24	4,8	0,12	8,33					4,9	2,45		285,0	0,008	
25	3,0	0,75	13,33					2,9	1,45		285,0	0,005	
26	2,9	0,072	13,79					5,0	2,50		285,0	0,008	
27	3,5	0,087	11,42					4,9	2,45		285,0	0,008	
28	3,1	0,077	12,90					4,2	2,10		285,0	0,007	
29	4,0	0,10	10,0					4,1	2,05		285,0	0,007	
30	2,1	0,052	19,04					5,5	2,75		285,0	0,013	

Таблица №2

Значения скорости продольного колебания грунта на стены подземного перехода от транспорта.

№	T мм	T с	v $с^{-1}$	T_{max}	T_{min}	V_{max}	V_{min}	2A мм	A мм	β	V_0	$A_{ист}$ мм/с	Макс. ампл.
1	*4,3*	*0,107*	*9,30*					*14.5*	*7,25*	*1,0*	*258*	*0,028*	
2	*4,8*	*0,12*	*8,33*					*9.5*	*4,75*		*258*	*0,018*	
3	*6,3*	*0,157*	*6,34*	*0,157*			*6.34*	*10.5*	*5,25*		*595*	*0,008*	
4	*5,2*	*0,130*	*7,69*					*12.0*	*6,00*		*595*	*0,010*	
5	*4,5*	*0,112*	*8,89*					*11.5*	*5,75*		*258*	*0,022*	
6	*4,8*	*0,12*	*8,33*					*11.0*	*5,50*		*258*	*0,020*	
7	*5,2*	*0,130*	*7,69*					*9.0*	*4,50*		*258*	*0,017*	
8	*4,8*	*0,12*	*8,33*					*7,8*	*3,90*		*258*	*0,015*	
9	*1,8*	*0,045*	*22,22*					*4,5*	*2,25*		*182*	*0,012*	
10	*2,1*	*0,052*	*19,04*					*3,6*	*1,80*		*182*	*0,010*	
11	*1,6*	*0,04*	*25,00*					*4,0*	*2,00*		*182*	*0,011*	
12	*2,1*	*0,052*	*19,04*					*5,2*	*2,60*		*182*	*0,014*	
13	*3,4*	*0,085*	*11,76*					*7,0*	*3,50*		*258*	*0,013*	
14	*1,8*	*0,045*	*22,22*					*7,2*	*3,60*		*182*	*0,019*	
15	*2,1*	*0,052*	*19,04*					*5,0*	*2,50*		*182*	*0,014*	
16	*2,7*	*0,067*	*14,81*					*5,1*	*2,55*		*258*	*0,010*	
17	*3,5*	*0,087*	*11,42*					*7,0*	*3,50*		*258*	*0,013*	
18	*2,8*	*0,07*	*14,28*					*6,8*	*3,40*		*258*	*0,013*	
19	*2,5*	*0,062*	*16,00*					*11,0*	*5,50*		*182*	*0,030*	
20	*2,9*	*0,072*	*13,79*					*14,0*	*7,00*		*258*	*0,027*	
21	*3,6*	*0,09*	*11,11*					*13,0*	*6,50*		*258*	*0,025*	
22	*4,2*	*0,105*	*9,52*					*9,0*	*4,50*		*258*	*0,017*	
23	*2,8*	*0,07*	*14,28*					*6,8*	*3,40*		*258*	*0,013*	
24	*2,2*	*0,055*	*18,18*					*5,5*	*2,75*		*182*	*0,030*	
25	*2,9*	*0,072*	*13,79*					*7,2*	*3,60*		*258*	*0,013*	
26	*3,1*	*0,077*	*12,90*					*9,8*	*4,90*		*258*	*0,019*	
27	*2,1*	*0,052*	*19,04*					*9,5*	*4,775*		*182*	*0,026*	
28	*2,6*	*0,065*	*15,38*					*9,6*	*4,80*		*258*	*0,018*	
29	*2,3*	*0,057*	*17,39*					*12,5*	*6,25*		*182*	*0,034*	
30	*22*	*0,055*	*18,18*					*14,1*	*7,05*		*182*	*0,038*	*0,038*

Таблица №3

Преобладающие периоды колебаний грунта подземного перехода при движении транспорта.

Измерительные точки	Направление регистрации	Направление движения транспорта		Сред. значение	Макс-е отклон-е от сред. значение в %
		период Т, в сек.			
		в сторону м. Юнусабад	в сторону центра города		
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
ИТ №1	x_1	0,06	0,06	0,06	0
	y_1	0,06	0,08	0,07	7

1	2	3	4	5	6
ИТ №2	x_2	0,05	0,06	0,055	9
	y_2	0,11	0,10	0,105	4,1
ИТ №3	x_3	0,11	0,11	0,11	0
	y_3	0,11	0,12	0,115	4,3
ИТ №4	x_4	0,12	0,13	0,125	4
	y_4	0,12	0,13	0,125	4
ИТ №5	x_5	0,09	0,10	0,095	5,2
	y_5	0,12	0,10	0,11	9
ИТ №6	x_6	0,05	0,06	0,055	9
	y_6	0,11	0,12	0,115	4,3
	Среднее отклонение				5,04

Выводы:

1.Результаты записей колебаний обделки тоннели метрополитена и проезжей части дороги позволили оценить воздействия вибрационных волн от движения поездов на дорожное сооружение при этом сопоставленные амплитудно-частотные характеристики продольных и поперечных составляющих скорости колебания, которые передаются на поверхность земли, то есть грунт дороги.

2.По результатам натурных экспериментов:

Транспорт при движении увеличивает амплитудно-частотные характеристики:

-в подземных переходах до 15%;

-движение поездов метро увеличивает амплитудно-частотные характеристики на проезжей части до 11%.

Если эти результаты выразить по сейсмической шкале, то движение транспорта создает в подземных и надземных переходах колебания в 3-4 балла, а движения поездов в метро создает на проезжей части колебания в 2-3 балла.

Литература:

1.Сагдиев Х.С., Юнусалиев Э.М.Колебания грунта и сооружений при промышленных взрывах в сложных горно-геологических условиях. –Ташкент: ФАН, 2010.-160с.

2.Хасанов Н.М. Снижение сейсмического воздействия на инженерные сооружения с учетом геологического строения местности // «Техник» КГТУ им Раззакова. - Бишкек, 2012. - №27. - С.107-109.

3.Дорман И.Я. Сейсмостойкость транспортных тоннелей. -М.: Транпорт,1986. -175 с.

4.Хасанов Н.М. Уточнение инженерно-геологических условий тоннеля «Шахристан» для определения расчетной сейсмичности // «Техник» КГТУ им Раззакова. - Бишкек, 2012. -№27. -С.109-111.

5.Тешабаев З.Р. Установка для воспроизведения динамических воздействий на подземные сооружения. – Ташкент, 1985. С.74-78

6. Ахмедов Д.Д. Научно-исследовательский и проектно-изыскательский институт САНИИОСП. Агентства по стро-ительству и архитектуре при Прави-тельстве Республики Таджикистан /Ахмедов Д.Д., Саидов Р.С., Цариненко Ю.В//Душанбе, 2018 г.

7. Атлас Таджикской ССР [Текст] / Душанбе, М.: ГУГК, 1968. - 199 с.

8. Бабаев А.М. Сейсмическое районирование Таджикистана. [Текст] / А.М. Бабаев- Душанбе: Дониш, 1978-64с.

9..Негматуллаев С.Х, Карты эпицентров землетрясений Таджикистана за 2007-2015 гг. / С.Х .Негматуллаев - Душанбе: 2015. - 196 с.

10.Хасанов Н.М. Устойчивость гидротехнической тоннели Нурекской ГЭС при сейсмическом воздействии. [Текст] /Н.М. Хасанов, А.О.Якубов //Вестник, ТТУ 1/41 - Душанбе: ТТУ, 2018. С.275-283.

НАТИҶАИ ТАҶРИБАҲОИ АСЛИИ ГУЗАРГОҲҲОИ ЗЕРИЗАМИНӢ

Н.М. Хасанов, А.О. Якубов

Дар мақола сабти таҷрибаҳо ва натиҷаи рақамгузорӣ, таҳлили тавсифи амплитуда-басомади лаппиши хокҳои рехташуда ва гузаргоҳи зеризаминӣ оварда шудааст. Дар асоси тавсифи амплитуда-басомад спектрҳои басомад, амплитудаҳо ва даврҳои он, суръати тӯлӣ ва арзии лаппишҳои гузаргоҳи зеризаминӣ нисбат ба тири асосии иншоот ба даст оварда шудааст. Хосияти динамикии нақлиёти таъсиркунанда ба конструксияи иншоот муайян карда шуд, ки яке аз меъёри асосӣ барои истифодаи усули ҳисоби иншоот ба таъсири зилзилавӣ ба ҳисоб меравад. Ин маълумот дар натиҷаи

тачрибаҳои аслӣ ба даст оварда шуд ва он имкон медиҳад, ки ҳисоби модели иншоот ва қуввaҳои зилзилавӣ саҳеҳтар гардад.

Калимаҳои калидӣ: қувва, иншооти муҳандисӣ, нақлиёт, гузаргоҳи зеризаминӣ, нақби дар чуқурии кам ҷойгирбуда, заминларза.

THE RESULTS OF FIELD EXPERIMENTS PEDESTRIAN CROSSING

N. M . Hasanov, A.O .Yakubov

The article presents the experimental records and the results of their digitization analyzed the amplitude-frequency characteristics of vibrations of the soil embankment and underground passage. Frequency spectra, amplitudes and periods, velocities of longitudinal and transverse vibrations of underground transitions relative to the main axis of the structure are obtained on the basis of amplitude-frequency characteristics (AFC). The obtained dynamic characteristics of the influence of land transport on the structure of the structure are the main criteria for the applied methods of calculation of the structure on seismic effects. These data obtained in the course of field experiments allow us to clarify the design models of structures and seismic loads.

Key words: loading, engineering structures, transportation, underpass, tunnel, shallow, earthquake.

Сведение об авторах:

Хасанов Н.М. – к.т.н., доцент кафедры «Подземные сооружения, основания и фундаменты» Таджикского технического университета им. М.С. Осими khasanov.nurali@mail.ru

Якубов А.О – ассистент кафедры «Промышленные гражданское строительство» Таджикского технического университета им. М.С.Осими

УДК: 72.725

СТРУКТУРА ЗДАНИЙ СОЦИАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ДЕТЕЙ С ОГРАНИЧЕННОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ВОЗМОЖНОСТЬЮ

Н.Н. Хасанов, Э.К. Зоиров, Ахмад Джовид

Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими

Данная статья посвящена формированию структуры социальных комплексов для детей с ограниченной функциональной возможностью. Рассматриваются основные факторы, влияющие на формирование объемно-планировочной структуры здания социальных комплексов. Предлагается структура, основанная на новой группировке всех помещений, предусматривающей образование группы учебно-жилых помещений и группы общешкольных помещений.

Ключевые слова: организационная структура, функциональные блоки, социальный комплекс, объемно-планировочное решение, помещения.

На формирование объемно-планировочной структуры здания социальных комплексов влияют следующие факторы [1]:

-соответствие организационной структуре контингентов социальных комплексов, а также методам обучения и лечения аномальных детей;

-осуществление гуманистического воспитание детей, сочетающего коллективные мероприятия с развитием индивидуальной личности ребенка;

-учет функциональных процессов, определяющих функциональные блоки помещений и их связь, исключающую традиционное деление социального комплекса на учебную и жилую части;

-возможность углубленной дифференциации контингентов, учащихся не только на основе учета их возрастных особенностей, но и внутри возрастных групп, на основе специфики заболеваний и требования изоляции во время эпидемий;

-предельное сокращение длины коммуникаций;

-обеспечение удобной связи с участком, позволяющей детям проводить перемены на открытом воздухе;

-социально-психологическое воздействие организации внутреннего пространства здания, которая должна способствовать формированию у детей понятия “мой дом, моя семья";

-экономичности решений, исключающих дублирование помещений и создающих предпосылки для их равномерной загрузки.

Для создания основы удовлетворения этих разнохарактерных, иногда противоречащих друг другу требований, предлагается ступенчатая структура социального комплекса.

Структура основана на новой груп-

пировке всех помещений, предусматривающей образование: А - группы учебно-жилых помещений и Б - группы общешкольных помещений (вместо традиционного деления на учебную и жилую).

Группа учебно-жилых помещений предназначается только для определенных возрастных контингентов школьного коллектива (классов, учебно-жилых групп, учебно-жилых блоков), а группа общешкольных помещений рассчитана на пользование учащимися всего социального комплекса независимо от возрастных особенностей.

Структура здания социального комплекса принимается в соответствии с организационной структурой коллектива, которая является общей для всех типов социальных комплексов [1]:

Ступень	Структурный элемент школьного коллектива	Структурный элемент объемно- планировочного решения
I	Классный коллектив	Классное помещение
II	Коллектив двух смежных или параллельных классов (воспитательская группа)	Учебно-жилая группа
III	Коллектив возрастной группы	Учебно-жилой блок возрастной группы
IV	Общешкольный коллектив	Комплекс спецшколы-интерната

Классное помещение предназначается для осуществления функций классного коллектива на основе специфичных для каждого профиля заболеваний учебных методов и рассчитывается на число учащихся, установленное «Положениями о социальных комплексах-интернатах».

Учебно-жилые группы состоят из классов, спален, гостиной-рекреации и обслуживающих помещений, рассчитанных на воспитательную группу .

Учебно-жилые группы в зависимости от конкретного решения, связанного с медицинским профилем спецшколы строятся по горизонтали (когда все помещения располагаются на уровне одного этажа (или по вертикали), когда классные и спальные помещения располагаются на разных этажах.

Основным объединяющим звеном в учебно-жилой группе является помещение гостиной-рекреации, главная функция которой – отдых и внеклассная работа.

Учебно-жилой блок состоит из нескольких (число определяется комплектацией социального комплекса) учебно-жилых групп, объединенных залом универсального использования, предназначенным для проведения школьных и других мероприятий в масштабе возрастной группы.

Комплекс социального учреждения объединяет несколько (число зависит от вместимости социального комплекса) учебно-жилых блоков возрастных групп и семь блоков общешкольных помещений (блока помещений физкультурного зала, блока актового зала, пищеблока, блока общешкольных учебных помещений, блока учебно-производственных помещений, медицинского блока и блоке административно-хозяйственных и вспомогательных помещений) [3].

Главным объединяющим элементом комплекса являются зальные помещения, предназначенные для проведения мероприятий школьной и общественной жизни среди коллектива всего учебно-воспитательного и лечебно-восстановительного учреждения.

Как отмечалось выше, новая структура зданий социальных комплексов строго соответствует организационной структуре школьного коллектива. Для каждого из 4-х структурных элементов школьного коллектива предусматривается соответствующий элемент объемно-планировочного решения, что обеспечивает четкое распределение контингентов, учащихся и удобное педагогическое и административно-хозяйственное управление ими.

Ступенчатая структура создает условия сочетания коллективного воспитания с развитием индивидуальной личности ребенка, т.к. структурные элементы объемно-планировочного решения любой ступени предусматривают объединяющие помещения, предназначенные для проведения коллективных мероприятий. В то же время в

учебно-жилой группе обеспечиваются условия для индивидуальной жизни ребенка.

Структура включает функциональные блоки помещений, соответствующие всем циклам функционального процесса.

Принципиально новое разделение всех помещений социального комплекса на учебно-жилую группу и группу общешкольных помещений создает основу для независимости использования всех функциональных блоков и для решения проблем.

Правильность такой группировки подтверждается следующими соображениями:

- анализ режимов дня и материалов обследований действующих социальных комплексов показал, что в учебно-жилых помещениях воспитанники проводят около 80% времени, а остальные 20% - в общешкольных.

-одним из важнейших педагогических и гигиенических требований является разделение всех воспитанников на возрастные группы. Однако полноценно осуществить такое разделение невозможно, не выделив общешкольные помещения в самостоятельную группу, т.к. ими должны пользоваться учащиеся всех возрастов.

- практика эксплуатации специальных школ-интернатов позволила сделать вывод, что вынужденное дублирование целого ряда помещений (вестибюлей, гардеробов, санитарных узлов, гостиных, рекреаций, кладовых) происходит в результате неправильной структуры здания, основанной на отделении учебной части от жилой. Объединение учебных и жилых помещений в одну группу позволяет избежать этого дублирования и, тем самым, снизить стоимость строительства.

В соответствии с предлагаемой структурой здание социального комплекса складывается из первичных элементов – учебно-жилых групп. Каждая группа, рассчитанная на учебу и быт 2-4-х классного коллектива, может функционировать независимо от остальных помещений школы. Это обеспечивает возможность углубленной дифференциации контингентов, учащихся на основе учета не только возраста, но характера и степени их заболеваний, что крайне важно в условиях социального комплекса [1,2].

Такая ячейковая структура учебно-жилой части создает благоприятные условия для изоляции части групп и во время эпидемий.

При организации взаиморасположения помещений важно сокращение не только (и не столько) общей длины коммуникаций, а, в первую очередь, длины и числа повторяющихся связей. Это связи между классными и спальными помещениями. Объединение этих помещений в единую учебно-жилую группу с её первичными элементами - учебно-жилыми группами сводит длину повторяющихся связей к минимуму.

Каждая учебно-жилая группа имеет свой гардероб и выход на участок. Если прибавить к этому моменту, определяемому структурой здания еще конкретное объемно-планировочное решение, располагающие классы не выше 1-3 этажа (в зависимости от типа СК), то время эвакуации детей займет не более 1 мин. Это обеспечивает удобную связь с участком, позволяющую детям проводить даже короткие перемены на открытом воздухе.

Сложившаяся традиционная структура спецшкол-интернатов не соответствовала естественной структуре нашего общества: личность - семья - коллектив. Важный элемент этой структуры " семья" казалось бы логично отпадал в связи с интернированным типом учреждения. Но именно интернированное круглосуточное пребывание детей в стенах социального комплекса требует создания небольшого дружного коллектива, в котором дети больше всего находятся вместе и хорошо друг друга знают.

Классный коллектив не мог выполнять эту функцию в связи с тем, что в нем дети проводят всего 15-20% времени суток.

Новая структура восстанавливает единство этой триады, т.к. учебно-жилая группа, в которой дети проводят основную часть времени, может рассматриваться как "большая квартира" для "коллективной семьи" - воспитательской группы. Такой принцип организации внутреннего пространства здания окажет важное социально-психологическое воздействие на формирование у детей понятия "мой дом, моя семья" [1].

Литература:

1.Степанов В.К. Специализированные учебно-лечебные центры. – М.: Стройиздат, 1987. -200 с. – (Архитектору-проектировщику).

2.Степанов В.К., Шарапенко В.Г., Хасанов Н.Н. Здания для людей с недостатками зрения. Обзорная информация.

- М.: ЦНТИ по гражданскому строительству и архитектуре, 1985, № I .

3.Хасанов Н.Н., Шахбози М., Зоиров Э.К. Социальные комплексы для людей с ограниченными функциональными возможностями // Материалы международной научно-практической конференции «Опыт, проблемы и перспектива повышения качества строительных работ на основе лучших отечественных и зарубежных практик». - Душанбе, 2018 . – С.293-298.

СОХТОРИ БИНОИ МАҶМААҲОИ ИҶТИМОӢ БАРОИ КӮДАКОНИ ИМКОНИЯТИ МАҲДУДДОШТА

Н.Н. Ҳасанов, Э.Қ. Зоиров, Аҳмад Ҷовид

Мақолаи мазкур ба масъалаҳои ташаккулёбии сохтори маҷмааҳои иҷтимоӣ барои кӯдакони имконияти маҳдуддошта бахшида шудааст. Дар мақола омилҳои асосии ба сохтори ҳаҷмию тарҳии биноҳои маҷмааи иҷтимоӣ таъсиркунанда баррасӣ шудаанд. Сохтор дар асоси гурӯҳбандии нави ҳамаи ҳуҷраҳои таълимию истиқоматӣ ва умумимактабӣ пешниҳод карда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: сохтори ташкилӣ, ҷабҳаҳои таъйинотӣ, маҷмааи иҷтимоӣ, ҳалли ҳаҷмию тарҳӣ, ҳуҷраҳо.

STRUCTURE OF THE BUILDINGS OF SOCIAL COMPLEXES FOR CHILDREN WITH LIMITED FUNCTIONAL OPPORTUNITIES

N.N. Hasanov, E.Q.Zoirov, Ahmad Jovid

This article is devoted to the formation of the structure of social complexes for children with limited functionality. The main factors influencing the formation of the space-planning structure of the building of social complexes are considered. A structure based on a new grouping of all premises is proposed, which provides for the formation of a group of educational residential buildings and a group of general school premises.

Key words: organizational structure, functional blocks, social complex, space-planning solution, premises.

Сведения об авторах:

Хасанов Нозимшо Назокатшоевич – канд.арх., доцент кафедры «Архитектура зданий и сооружений» ТТУ им.акад. М.С.Осими. Контактный телефон: +992 907 70 07 12. Email: kapitelh@mail.ru.

Зоиров Эрадж Курбоналиевич – соискатель кафедры «Архитектура зданий и сооружений» ТТУ им.акад. М.С.Осими. Контактный телефон: +992 889 900 900 Email: kapitelh@mail.ru

Ахмад Джовид – докторант (PhD) кафедры «Архитектура зданий и сооружений» ТТУ им.акад. М.С.Осими. Контактный телефон: +937 89 49 10 98 Email: jawed.ahmad@knauf.af

УДК: 72.725

ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ДЕТЕЙ С ОГРАНИЧЕННОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ВОЗМОЖНОСТЬЮ

Н.Н.Хасанов, Р.М. Шокиров, Ахмад Джовид

Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими

Данная статья посвящена разработке принципов проектирования социальных комплексов для детей с ограниченной функциональной возможностью. Рассматриваются особенности учебно-воспитательного и лечебно-восстановительного процессов. Приводятся основные типы социальных комплексов.

Ключевые слова: *архитектурно-пространственная среда, дети с ограниченной функциональной возможностью, социальный комплекс, объемно-планировочное решение, медико-педагогические требования.*

Архитектурно-пространственная среда зданий социальных комплексов, в которой дети с ограниченной функциональной возможностью будут находиться в течение 10-12 лет и которая постоянно воздействует на формирование личности учащихся и её организма, является одним из решающих аспектов в процессе их обучения, воспитания и лечения, а также социально-трудовой реабилитации.

Особенности учебно-воспитательного и лечебно-восстановительного процессов выявляют значительное разнообразия медико-педагогических требований к формированию архитектурной среды социальных комплексов. В данной главе работы будут рассмотрены основные принципы проектирования, которые лежат в основе рационального объемнопланировочного решения здания социального комплекса в целом или отдельных его объемно-планировочных элементов.

Воспитанники социальных комплексов по состоянию своего здоровья имеют значительные отличия от детей, обучающихся в обычных общеобразовательных учреждениях. В связи с этим принципы формирования архитектурно-пространственной среды зданий социальных комплексов для детей с ограниченной функциональной возможностью, тесным образом зависят от ряда психо-физиологических особенностей: каждой категории детей, специфики их восприятия материальной окружающей действительности *и* связанных с этим учебных методов, характеристики лечебно-восстановительных мероприятий, антропометрических и эргонометрических особенностей учащихся.

Положениями о специальных школах-интернатах компетентных учреждений по образованию и здравоохранению [1,2,3,4,5,6] предусматриваются семь типов специальных учебно-воспитательных учреждений.

Анализируя типовые учебные планы социальных комплексов для слепых и социальных комплексов для слабовидящих детей, можно отметить почти полную аналогию в перечне учебных дисциплин при весьма незначительных расхождениях, выражающихся в уменьшении для слабовидящих детей факультативных занятий на 7 часов в неделю, черчения - на I час и трудовое обучение на 2 часа. В целом по всему 11-классному циклу в неделю для слепых детей предусматривается 385 часов, для слабовидящих – 375 [8].

Основываясь на таком соотношении по учебной загрузке, общности характера заболевания и задач тифлопедагогики, можно констатировать возможность объединения этих двух учреждений в единый тип - **социальный комплекс для слепых и слабовидящих детей**, при обязательном создании отдельных условий, учитывающих специфику обучения и лечения каждой категории воспитанников.

Сопоставление типовых учебных планов социальных комплексов для глухих, социальных комплексов для слабослышащих и позднооглохших, социальных комплексов для детей с тяжелыми нарушениями речи также выявило идентичность дисциплин и близкое по количеству часов распределение нагрузки по дисциплинам.

Общность в отоларингологическом лечении детей этих трех категорий, общность в педагогическом составе, весьма небольшие различия в распределении нагрузки по дисциплинам (в пределах 109 ч.) позволяют определить **возможность** создания **единого типа здания социального комплекса для глухих, слабослышащих и детей с тяжелыми нарушениями речи.**

Таким образом, сравнительный анализ типовых учебных планов социальных комплексов для детей с общим характером заболеваний (зрение, ухо-горло-нос) показал возможность создания двух универсальных типов зданий для пяти типов учебно-воспитательных учреждений.

В целом для функционирования 7-ми типов специальных учебно-воспитательных учреждений, предусмотренных Положениями о социальных комплексах-интернатах Министерства образования и науки Республики Таджикистан (МОиН РТ) [1, 2, 3, 4, 5, 6], рекомендуются следующие 4 типа зданий социальных комплексов:

I. Здание социального комплекса для умственно отсталых детей (вспомогательной школы-интерната);

II. Универсальное здание социального комплекса для слепых и слабовидящих детей;

III. Универсальное здание социального комплекса для глухих, слабослышащих и детей с тяжелыми нарушениями речи;

IV. Здание социального комплекса для детей с пораженным опорно-двигательным аппаратом.

В связи с практическим отсутствием ограничений радиусов обслуживания социальных комплексов на выбор вместимости этих учреждений влияют, главным образом, соображения педагогического, гигиенического и экономического характера.

Педагогические и гигиенические требования ограничивают вместимость социальных комплексов организацией в каждой из них максимум двух комплектов учащихся, что в переводе на число мест составляет в зависимости от типа учреждения 240-280 [7, стр.24] .

В отличие от первых проектов социальных комплексов, рассчитанных на один комплект, удвоение вместимости, допускаемое медициной и педагогикой, определяет предпосылки для создания более крупных и, соответственно, более экономичных типов зданий.

Приведенные ниже определения вместимостей социальных комплексов основаны на типах учреждений, предусмотренных "Положениями о социальных комплексах-интернатах" [1,2,3, 4,5,6] , выявленных выше возмож-ностях создания универсальных зданий, материалах обследований действующих социальных

комплексов, проведенных автором, и материалах Института коррекционной педагогики РАО (бывший НИИ дефекто логии АПН СССР).

Принятые комплектации каждого из 4-х типов социальных комплексов всесторонне рассматривались в МОиН РТ и Минздраве республики и были согласованы ими.

I. **Универсальное здание социального комплекса для слепых и слабовидящих детей.** Вместимость этого типа определяется из расчета включения:

- дошкольного отделения в составе 3-х воспитательских групп;
- одного потока комплекта, состоящего из подготовительного класса и 1-III классов;
- двух потоков комплектов IV-XI классов;
- двух вспомогательных классов.

Необходимость включения вспомогательных классов связана с тем, что часть слепых и слабовидящих детей отягчена дополнительным дефектом - умственной отсталостью [1, стр.2].

Подготовительный класс служит для адаптации к условиям обучения в I классе детей, не прошедших подготовку в дошкольном отделении данной социального комплекса .

Удвоение комплектности в IV-XI классах связано со значительным числом детей с недостатками зрения в возрасте 10-11 лет, поступающими в спецшколу-интернат из обычных общеобразовательных школ.

Министерством образования и науки Республики Таджикистан утверждено количество воспитанников в одном классе (включая подготовительный) - 12 чел., в группе дошкольного отделения - 10 чел., во вспомогательном классе - 6 чел.

Исходя из приведенных выше комплектности школы и наполняемости классов, определяется общая вместимость данного типа социального комплекса:

дошкольное отделение - 10 чел. х 3 гр. = 30 чел.

вспомогательные классы - 6 чел. х 2 кл. = 12 чел.

один комплект, состоящий - 12 чел. х 4 кл. = 48 чел.

из подготовительного класса и I-Ш классы два комплекта IV-XI кл. - 12 чел. х 8к х 2к = 192 чел.

Итого, общая вместимость - 282 чел.

П. **Универсальное здание социального комплекса для глухих, слабослышащих и детей с тяжелыми нарушениями речи.**

Для определения вместимости универсального здания принята максимальная (из трех размещаемых типов учреждений) по количеству классов комплектация школы-интерната для слабослышащих детей: 12 классов первого отделения, 12 классов второго отделения и 3 группы дошкольного отделения. При размещении в универсальном здании других типов социальных комплексов (для глухих и детей с тяжелыми нарушениями речи), в которых в сумме полных комплектов меньшее количество мест, организуются дополнительные 2-3 класса.

В соответствии с "Положениями о социальных комплексах-интернатах" [1-3,6] наполняемость в классах для глухих и слабослышащих детей принята 12 чел., для детей с расстройством речи в первом отделении - 12 чел., во втором - 10 чел. и в дошкольной группе - 10 чел.

С учетом принятой комплектации общая вместимость универсального здания этого типа будет равна:

- дошкольное отделение - 10 чел. х 3 гр. = 30 чел.;
- I отделение 12 кл. - 12 чел. х 12 кл. = 144 чел.;
- I I отделение 12 кл. - 10 чел. х 12 кл. = 120 чел.;

Итого, общая вместимость - 294 чел.

Из всех типов специальных учебных учреждений, размещаемых в универсальном здании, только социальный комплекс для слабослышащих и поздноглохших в 1-ом отделении предусматривает образование в объеме средней одинадцатилетней общеобразовательной школы, остальные же - в объеме девятилетней. Поэтому в общей комплектации универсального здания для старших классов (XI-XII кл.) предусматривается только один поток.

III. **Здание социального комплекса для умственно отсталых детей (вспомогательной школы-интерната).**

Это здание рассчитывается на два комплекта I-VIII классов с дошколь-ным отделением на 3 группы.

Число мест определено "Положением о вспомогательной школе” [3] в *классе* - 16, в дошкольной группе - 12,

Общая вместимость складывается из:

- дошкольного отделения - 12 чел, х 3 гр. = 36 чел.

- двух комплектов I-VIII кл. (два потоке I-IVкл. и два V-VIII) - 2 х 16чел. х 8кл.=256 чел.

Итого, общая вместимость

IV. Здание социального комплекса для детей с пораженным опорнодви гательным аппаратом. Количество детей в классе в соответствии с "Положением" о спецшколе-интернате данного типа [4] принято 16, в дошкольной группе - 12.

Исходя из задач и типа учреждений данного профиля (см. п.1.2.2.), вместимость здания социального комплекса определяется суммой мест в следующих потоках:

дошкольное отделение - 12 чел. х 3 гр. = 36 чел.

2 потока I-IV кл. - 2 х 16 чел. х 4 кл. = 128 чел. - 292 чел.

2 потока V-IX кл. - 2 х 16 чел. х 5 кл. = 160 чел.

1 поток X-XI кл. - 16 чел. х 2 кл. = 32 чел.

Итого, общая вместимость - 372 чел.

Сокращение числа потоков с двух до одного в X-XI кл. связано с тем, что по состоянию здоровья только часть детей данного социального комплекса способна получить среднее образование.

Таблица1

Номенклатура типов зданий социальных комплексов

№	Наименование	количество потоков				
		Дошк.отд	Вспом. классы	Младш I-IV кл	Сред V-VIII (IX-) кл	Старш IX-XI (XII) кл.
1	Универсальное здание социального комплекса на 282 воспитанника для слепых и слабовидящих детей	1	1	1	2	2
2	Универсальное здание социального комплекса на 294 воспитанника для I глухих, слабослышащих I детей с тяжелым расстройством речи	1	-	2	2	1
3	Здание социального комплекса для умственно отсталых детей не 292 воспитанника	1	-	2	2	-
4	Здание социального комплекса на 372 воспитанника для детей с пораженным опорно-двигательным аппаратом	1	-	2	2	1

Литература:

1.Положение о специальной школе-интернате для слабослышащих и позднооглохших детей. Минпрос СССР. 1978.

2. Типовое положение о специальной школе-интернате для детей с тяжелыми нарушениями речи. Минпрос СССР. 1977.

3.Типовое положение о специальной общеобразовательной школе-интернате (школе) для умственно отсталых детей (вспомогательной школе). Минпрос СССР. 1978.

4. Типовое положение о специальной общеобразовательной школе-интернате для детей с последствиями полиомиелита и церебральными параличами. Минпрос СССР. 1978.

5. Режим дня детей и подростков. АПН РСФСР, 1959.

6. Программы школ для слепых детей. М., Просвещение, 1977.

7. Положение о специальной общеобразовательной школе-интернате для глухих детей. Минпрос СССР. 1979.

8.Степанов В.К. Специализированные учебно-лечебные центры. – М.: Стройиздат, 1987. -200 с. – (Архитектору-проекти-ровщику).

АСОСҲОИ ЛОИҲАКАШИИ МАҶМААҲОИ ИҶТИМОӢ БАРОИ КӮДАКОНИ ИМКОНИЯТИ МАҲДУДДОШТА

Н.Н. Ҳасанов, Р.М. Шокиров, Аҳмад Ҷовид

Дар мақолаи мазкур асосҳои лоиҳакашии маҷмааҳои иҷтимоӣ барои кӯдакони имконияти маҳдуддошта, инчунин хуссусиятҳои раванди таълимию тарбиявӣ ва табобатию барқароршавии хонандагон мавриди баррасӣ ва омӯзиш қарор гирифтааст.

Калимаҳои калидӣ: муҳити меъмориву фазогӣ, кӯдакони имконияти маҳдуддошта**,** маҷмааи иҷтимоӣ, ҳалли ҳаҷмию тарҳӣ, талаботи тиббию педагогӣ.

PRINCIPLES OF DESIGNING SOCIAL COMPLEXES FOR CHILDREN WITH LIMITED FUNCTIONAL OPPORTUNITIES

Hasanov N.N, Shokirov R.M, Ahmad Jovid

This article is devoted to the development of the principles of designing social complexes for children with limited functionality. The features of the educational and medical-restorative processes are considered. The main types of social complexes are cited.

Key words: Architectural and spatial environment, social complex, space-planning solution, medical and pedagogical requirements.

Сведения об авторах:

Хасанов Нозимшо Назокатшоевич – канд.арх., доцент кафедры «Архитектура зданий и сооружений» ТТУ им.акад. М.С.Осими. Контактный телефон: +992 907 70 07 12. Email: kapitelh@mail.ru.

Шокиров Раджабали Махмадалиевич – докторант (PhD) кафедры «Архитектура зданий и сооружений» ТТУ им.акад. М.С.Осими. Контактный телефон: +992 981 07 61 05 Email: Rajabali.1992 <rajabali.1992@bk.ru>

Ахмад Джовид – док. (PhD) кафедры «Архитектура зданий и сооружений» ТТУ им.акад. М.С.Осими. Тел: +937 89 49 10 98 Email: jawed.ahmad@knauf.af

УДК.728.03(575.2)

ТОЛЕРАНТНОСТЬ В АРХИТЕКТУРЕ И ПАМЯТНИКАХ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

Р.С. Мукимов, С.Р. Мукимова

ТТУ им. академика М.С. Осими

В статье рассматривается толерантность в архитектуре, чтобы понять связь толерантности с этим видом искусства, обращается в статье конкретно к различным сферам архитектуры. Толерантность в архитектуре понимается, как искусство зодчего создавать произведения, которые созвучны своими формами и содержанием окружающей городской или сельской застройке и окружающей природной среде. Искусство создавать гармоничные человеку городские пространства, интерьеры общественных, жилых и культовых зданий. С культурным наследием толерантность связывается с терпимостью к историческим зданиям независимо от его прошлого назначения.

Ключевые слова: *толерантность в архитектуре, искусство, памятник, культурное наследие, сооружения.*

Под толерантностью подразумеваем искусство цивилизованного компромисса, и оно непосредственно связано с искусством архитектуры. Архитектура относится к изящным видам искусства, которое средствами материализованного мира выражает идеи мирного сосуществования, согласия, гармонии.

«Задача искусства — волновать сердца», говорил Клод Гельвеций, известный французский философ 18 века. Ещё более определенно высказался Бертольдж Брехт, знаменитый драматург: «Безошибочный признак того, что что-то не является искусством или кто-то не понимает искусства, — это скука... Искусство должно быть средством воспитания, но цель его — удовольствие» [1, с. 108]. А знаменитый скульптор и архитектор эпохи Ренессанса Микеланджело в стихотворной форме высказал следующее:

«Творенье может пережить творца:
Творец уйдет, природой побежденный,
Однако образ, им запечатленный,
Веками будет согревать сердца.
Я тысячами душ живу в сердцах
Всех любящих, и, значит, я не прах,
И смертное меня не тронет тленье».

Архитектура, также как и памятники культурного наследия являются нетленным творением, которое должно гармонировать с нашими образами мышления и всеми окружающими нас зданиями и сооружениями.

Говоря о толерантности, т.е. о искусстве компромисса мы не думали связывать, казалось бы, понятие чисто духовное и философское с архитектурой и нашим культурным наследием, хотя архитектура всегда была тесно связана с философией, со многими его категориями законами [6, с. 38]. Поэтому выскажем несколько тезисов со своей субъективной точки зрения на толерантность и его связь с архитектурой. Мы знаем, что толерантность – это диалог компромисса. В архитектуре толерантность понимается, как искусство зодчего создавать произведения, которые

созвучны своими формами и содержанием окружающей городской или сельской застройке и окружающей природной среде. Искусство создавать гармоничные человеку городские пространства, интерьеры общественных, жилых и культовых зданий. С культурным наследием толерантность связывается, по нашему мнению, с терпимостью к историческим зданиям независимо от его прошлого назначения. Помимо этого, это также искусство архитектора-градостроителя создавать новые здания, монументы, произведения пластических искусств, согласованную и гармоничную среду обитания в историко-культурном окружении памятников далекого и близкого прошлого.

Обратимся конкретно к различным сферам архитектуры, чтобы понять связь толерантности с этим видом искусства. В частности, толерантность в архитектуре – это, скорее всего, соответствие, созвучие архитектурной формы и содержания, отсутствие противоречия между традициями прошлого в архитектуре и новыми формами, новым обликом сооружения. По поводу последнего можно привести пример из практики нашего исследования народного зодчества в исторических городах Таджикистана. Например, в городе Истаравшане ещё в 1980-х годах многие традиционные постройки народного зодчества, в частности, мечети из-за их принадлежности к культовым постройкам (мечети как и мавзолеи советской действительности входили в категорию «опиума для народа») часто использовались в новом содержании, что приводило к противоречию, и, в свою очередь, к постепенному их исчезновению. Так, мечеть Сангин (построена в 1910 году) стала использоваться в качестве спортивного зала школы. В красочно орнаментированный потолок были прибиты огромные крюки, на которые повесили спортивные кольца, к стенам прибили спортивные лестницы, для спортивной борьбы на полу были установлены маты и деревянные подмостки для спортивных штанг, укреплен турник и т.п., т.е. появилось противоречие между содержанием и формой, что привело к исчезновению художественной ценности памятника народного зодчества [9, с. 12-18].

В одном из мечетей Худжанда был устроен ковроткацкий цех. В Истаравшане в конце 20-х годов был полностью разрушен медресе Рустамбека для строительства на его месте средней школы, где уже в 70-80-х годах прошлого века пришлось производить археологические раскопки. Раскопки производились и на месте разрушенного мавзолея Тубахана, памятника архитектуры периода монгольского владычества. Во многих медресе Канибадама, Исфары и других городов были разобраны худжры, дарсхона, мечети, и теперь мы судим об их архитектуре только по архивным документам и сохранившимся редким фотографиям [7].

Хотелось бы обратить внимание и на вопрос отношения к нашему богатому культурному наследию. Великая сила наших предшественников была в том, что они свои произведения создавали в гармонии с природной средой, с существующим ландшафтом. Именно с попыток взаимодействия с окружающей природой впервые сталкивается средневековый «градостроитель» («шахрсоз») в своей профессиональной деятельности. При этом архитектура города уже в древности воспринималась как жизненная среда человека. Поэтому «градостроитель» осуществляет системный подход к пониманию многогранности архитектуры со всеми ее внутренними закономерностями. Системный подход был в первую очередь в решении названной проблемы взаимосвязи естественной природной среды с объектами архитектурного творчества, в данном случае с городскими поселениями. Эту взаимосвязь можно рассматривать как гармоничное единство в очеловеченной (синтетической) природной среде.

Основной признак единства - не согласованность архитектурного ансамбля (города), а взаимодействие с природными элементами ландшафта на основе нюансных переходных связей, образующих гармоничные созвучия. Как не парадоксально звучит, разумное равновесие чаще всего создавалось на основе конфликтной ситуации. Идиллия сочетания с природой нередко заменяется острой с ней контрастностью, которая нормальна и естественна, если она творческая и в ней - борьба противоположностей, столкновение разного в одном. В этом всегда помогала природная среда, которая доминирует во всем этом ансамбле противоположностей, решая не только композиционные задачи, но и связывая элементы города с его функциональными потребностями (в целом, это характерно для горных районов Средней Азии, в частности, Таджикистана - Уструшаны, Буттама, Пенджикентского владения, Бадахшана и др.) [3, с. 24-84].

Конечно, нельзя идеализировать это мастерство, здесь имеем дело с подсознательной творческой деятельностью. Чисто практически зодчий-строитель создавал среду обитания, которая могла защитить человека от врага, т.е. здесь часто превалирует функциональный аспект деятельности, а уж потом проявилось стремление зодчего отразить индивидуальность своего произведения.

А что же происходит сейчас, например, в городе Душанбе, в частности, только на одной его улице? Назовем несколько зданий, построенных в недавнем прошлом, которые совершенно не согласуются со исторически сложившейся городской средой: во-первых, это Дом быта «Садбарг» на площади имени С.Айни, Центр стратегических исследований близ площади Дусти, строящийся высотный комплекс «Душанбе-Плаза», гостиница «Душанбе-Сирена» напротив кинотеатра «Ватан» и ряд других. Примерами могут продолжить многие сооружения в Варзобском ущелье, построенные в окружении горного ландшафта, где не место строительству однотипных зданий, безвкусных и откровенно эклектичных жилых домов или пансионатов [4, с. 86-101].

Следует сказать, что содержание в архитектуре имеет ту или иную форму, только через форму оно становится данным конкретным содержанием. В этом смысле неразрывность формы и содержания, т.е. толерантность между формой и содержанием всегда должна существовать, иначе это не архитектура. Часто большое глубокое содержание через несоответствующую форму искажается до неузнаваемости, перестаёт быть данным содержанием и может перейти в свою противоположность. Единство, т.е. толерантность формы и содержания в архитектуре – один из основных законов искусства архитектуры.

В понятие содержание в архитектуре мы вкладываем общественно-бытовые, индивидуально-бытовые и производственные процессы, протекающие в архитектурном сооружении, т.е. это социально-утилитарный момент. Например, требования религиозного культа, в частности, в мечети, сводятся к необходимости таких атрибутов, как михрабная ниша, мимбар, зал-хонако, дополнительные помещения для ритуального очищения – тахоратхона, для имама-хатиба и др. Если на содержание посмотреть с точки зрения художественно-идеологического, то содержание, например, масштабного египетского храма – задача подавить психику величием божества или мечети – создание условий для общения с всевышним, для этого в хонако ничто и никто не должно отвлекать внимание молящихся, наличие полумрака, тишина, прохлада, отсутствие чрезмерно ярких цветных пятен (картин, росписей и т.п.) на стенах. Вот почему в крупных мечетях молельный зал для женщин отделяют от мужского решеткой (максура), откуда слышна проповедь духовного лица, но не проглядывается интерьер женского зала. А там, где нет специально отведенного для женщин зала, то они должны находиться за спинами мужчин.

Архитектурная форма выражается в конкретных конструкциях, строительных материалах, которые конкретизируют данное сооружение. В примере с мечетью часто в джума-мечетях часто присутствует форма огромного купола, который объединяет людей, находящихся в подкупольном пространстве, купол - символ демократичности, толерантности, здесь никто особо не выделяется, все молящиеся едины и находятся в согласии и гармонии. Например, в новой загородной мечети города Ашхабада под куполом диаметром более 50 м, а также во дворе вмещается 10 тысяч мусульман.

Ведущим началом в единстве содержания и формы остаётся содержание, хотя оно не может быть постоянным. Если содержание не меняется, канонизация старой формы, какой бы она не была прекрасной, является тормозом, приводящим к противоречию, противостоянию. Примером этому тезису является стиль в советской архитектуре в 1930-1950-х годах, когда в государственную политику была возведена общая направленность архитектуры во всех республиках бывшего СССР – создание архитектуры или произведения монументального искусства интернациональной по форме и национальной по содержанию. Во всех регионах Советского Союза стала пропагандироваться в качестве интернациональной формы – европейская классика с его греческими колоннами, капителями, портиками, треугольными фронтонами, симметричностью объемной и плановой композиции и др. Отсюда и появление в конце 40-х-50-х годов прошлого столетия в архитектуре Душанбе и других городах Таджикистана классических по форме сооружений с декором в интерьерах, выполненных таджикскими народными мастерами в традициях таджикского народного творчества [4, с. 60-71]. Ярким

примером сказанному является, например, дворец культуры колхоза имени Саидходжа Урунходжаева на горе Арбоб близ Худжанда, построенная в 1957 году по проекту архитектора Хикмата Юлдашева и группы молодых архитекторов из Ленинграда. Во внешних формах сооружения мы видим принципы построения Петродворца с его каскадом фонтанов со скульптурами античных фигур, лестницами, газонами, вазами и многими другими. А интерьеры Дворца культуры оформляли народные мастера из Худжанда, Ура-Тюбе, Канибадама, работавшие в технике резьбы по дереву, ганчу, росписи на потолке, стенах и др. [2, с. 79-82]. Здание выглядит монументально, торжественно, но оно чуждо по форме местной архитектуре и это привело в своё время к тормозу в развитии архитектуры не только в Таджикистане, но во всех республиках Советского Союза, где строились по названному принципу более крупные объекты (например, правительственные сооружения на набережной Баку в Азербайджане и других местах).

В Душанбе примером архитектуры интернациональной по форме и национальной по содержанию является Театр оперы и балета имени Садриддина Айни на площади имени 800-летия Москвы [5]. В таком же ключе построены в конце 30-х годов здание мединститута (строили как школу медицинских сестер) или здание Института языка и литературы напротив гостиницы «Вахш», рядом с национальным банком, несколько жилых домов по проспекту Рудаки и др. Европейские классические формы в Душанбе с легкой руки мэра города Махмадсаида Убайдуллаева стали каноном для архитекторов при проектировании престижных зданий, которым необходима представительность. Сейчас в этом ключе построен Дворец наций, жилой комплекс «Пойтахт-80» [8]. Даже в строящемся здании «Душанбе-Плаза» уже сейчас можно увидеть стилизованные пилястры, заимствованные из европейской классики. Возвращение к старым, пусть и классическим образам, не принесет городу новую таджикскую архитектуру. Эта архитектура не имеет будущего, так как в ней нет единства формы и содержания, нет согласованности, толерантность отсутствует.

Литература:

1.Брехт Б.Теория эпического театра. М.: Искусство, 1965. 570 с.

2.Веселовский В.Г., Мукимов Р.С., Мамадназаров М.Х., Мамаджанова С.М. Архитектура Советского Таджикистана. – М.: Стройиздат, 1987. – 319 с., ил.

3.Мамаджанова С.М. Архитектура Уструшаны V-X вв. // Архитектура и градостроительство Среднего Востока: традиции и современность (исследования и очерки). /Избр. труды в по истории и теории архитектуры и градостроительства. Изд. Второе, дополн. – Душанбе: Изд. ОО «ICOMOS в Таджикистане», 2008. – 422 с., 4.Мукимов Р., Мукимова С. Свод памятников истории и культуры Республики Таджикистан. Верхний Зеравшан. – Душанбе: АН РТ, 2013. – 665 с., ил.; Они же. Памятники культурного наследия Горного Бадахшана. Научное издание. – Душанбе: АН РТ, 2018. – 330 с.

5.Мамаджанова С.М., Мукимов Р.С. Архитектура и градостроительство Душанбе. История, теория и практика. /Под редак. академика Н.Негматова . – Душанбе: Изд. ООО «Контраст», 2008. – 520 с., ил.

6.Мамаджанова С., Мукимов Р. Архитектура столицы Республики Таджикистан – Душанбе за 80 лет // Фарханг, 2003. – Душанбе, № 7-9. - С. 43-50.

7.Миронов А.В. Философия архитектуры: Творчество Ле Корбюзье. - М.: Изд. «МАКС Пресс», 2012. - 292 с.

8.Мукимов Р. Вторая жизнь мечети // Молодой инженер, 6 февраля 1989 года.

9.Мукимов Р., Мамаджанова С., Тиллоев С. Очерки истории и культуры Душанбе. Монография / Р.Мукимов, С.Мамаджанова, С.Тиллоев. – Душанбе: НК «ICOMOS в Таджикистане», 2008. – 164 с.

10.Мукимова С.Р. Актуальные проблемы реставрации и использования памятников Таджикистана. /Учебное пособие. – Душанбе: Изд. ООО «Контраст», 2009. –180 с.

ТАХАММУЛПАЗИРӢ (ТОБОВАРӢ) ДАР МЕЪМОРӢ ВА ЁДГОРИҲОИ МЕРОСИ ФАРҲАНГӢ

Р.С. Муқимов, С.Р. Муқимова

Дар мақола тобоварӣ (таҳам-мулпазирӣ) дар меъморӣ муҳокима карда шудааст. Барои фаҳмидани таҳаммулпазирии байни санъати меъморӣ дар мақола ба гуногуни соҳаи меъморӣ назар андохта шудааст. Таҳаммулпазирӣ дар меъморӣ ҳамчун санъати эҷодии асарҳоест, ки бо шакл ва таркиби худ дар пуриморат кардани деҳа, шаҳр ва муҳити табиати атроф ҳамоҳангӣ меорад. Тобоварӣ дар меъморӣ саъати

офаридани фазои шаҳр аст, ки ба мардум ҳамоҳанг мебошад. Дар ин эҷод санъати интерйери биноҳои зист, ҷамъиятӣ, саноатӣ ва динӣ дохил мешавад. Бо мероси фарҳангӣ таҳаммулпазирӣ ба биноҳои таърихӣ новобаста аз аҳамияти пешинаи он вобастагӣ дорад.

Калимаҳои калидӣ: тобоварӣ (таҳаммулпазирӣ) байни асарҳои меъморӣ, санъати тасвирӣ, ёдгорӣ, мероси фарҳангӣ, иншоот.

TOLERANCE IN ARCHITECTURE AND MONUMENTS OF CULTURAL HERITAGE

R. S.Mukimov, S. R.Mukimova

The article considers tolerance in architecture in order to understand the connection between tolerance and this type of art, addresses specifically to various spheres of architecture. Tolerance in architecture is understood as the art of an architect to create works that are consonant with surrounding urban or rural buildings and natural environment by their forms and content. It is an art to create harmonious urban spaces, interiors of public, residential and religious buildings. In the cultural heritage the tolerance is associated with patience to historic buildings regardless of its past destination.

Key words: tolerance in architecture, art, monument, cultural heritage, constructions.

Сведения об авторах:

Мукимов Рустам Саматович

Доктор архитектуры, профессор кафедры «Архитектура и Дизайн» ТТУ им. академика М.С. Осими. Тел: 907 77 18 02

Мукимова Сайёра Рустамовна

Доктор архитектуры, и.о. профессор кафедры «Архитектура и Дизайн» ТТУ им. академика М.С. Осими. Тел: 907 72 19 06

УДК.728.03(575.2)

СТРОИТЕЛЬНАЯ КУЛЬТУРА И АРХИТЕКТУРА ТАДЖИКИСТАНА

С.М. Мамаджанова, С.Р. Мукимова

ТТУ им. академика М.С. Осими

В статье рассматриваются строительная культура в исторических городах и архитектура в пределах современных границ Таджикистана, которые во второй половине XIX – начале XX вв. входили частью в состав Бухарского эмирата, частью – Туркестанского генерал-губернаторства. На всей этой территории с давних времен существовали множество исторических городов, многие из которых со временем превратились в небольшие населенные пункты или остались под толщами холмов и курганов.

Ключевые слова: *архитектура, исторические города, искусство, памятник, культурное наследие, городская среда.*

Как известно из письменных источников, Таджикистан богат своим градостроительным и архитектурным наследием, многие из которых зародились ещё в эпоху существования первых государств на территории Центральной Азии – Согда, Бактрии, Хорезма, Маргианы и др. Об этих городах и их архитектуре в настоящее время издано немало монографий [3, с. 23]. Поэтому мы уделим внимание историческим городам и их архитектуре в пределах современных границ Таджикистана, которые во второй половине XIX – начале XX вв. входили частью в состав Бухарского эмирата (южные районы Таджикистана и Узбекистана), частью – Туркестанского генерал-губернаторства (Северный Таджикистан) [5, с. 160]. На всей этой территории с давних времен существовало множество исторических городов, многие из которых со временем превратились в небольшие населенные пункты или остались под толщами холмов и курганов. Из относительно крупных городов на территории Таджикистана можно лишь назвать Худжанд, Ура-Тюбе, Канибадам, Исфара, Пенджикент в Северном Таджикистане, Куляб, Курган-Тюбе, Регар, Гиссар, Душанбе и другие – в Южном Таджикистане. Рассмотрим кратко некоторые из них и дадим им краткую характеристику в свете реставрации.

Худжанд. Новое время (вторая половина XIX – конец XX вв.), представлял собой типичный средневековый восточный город, где кварталы (к началу XX в. их было 84) состояли из плотно сбитых жилых строений с небольшими внутренними двориками, связанными с узкими криволинейными улочками через входные навесы-дарвозахона. По исследованию Н.Н.Негматова, население, проживавшее в черте города, составляло 17800 человек, а площадь городской территории была равна

около 719 га. Древняя цитадель – урда располагалась в середине северной левобережной части города, в 50 м от берега Сырдарьи [11, с. 42].

Большие крытые базары служили средоточием торговых лавок, постоялых дворов, ремесленных мастерских. Крупнейшим торгово-ремесленным центром Худжанда был базар Пандшанбе, располагавшийся в центре восточной части города, на перекрестке четырех улиц. По сообщению А.А.Кушакевича, в Худжанде было 5 караван-сараев, но уже в 1888 году было зарегистрировано 24 караван-сарая, представляющие собой гостиницы с торговыми домами. Все эти караван-сараи были связаны с семью воротами, идущими к центру города от крепостных стен. В городе функционировали бани [4, с. 55].

В 1917 г. Худжанд стал одним из первых таджикских городов, где возникли и в 1918 г. утвердились Советы. В этот период градостроительство находилось в стадии застоя, а если что-то и строилось, то это были случайные постройки на деньги индивидуальных застройщиков [2, с. 40].

Первый в истории города «Генеральный проект планировки и проект застройки первой очереди г. Ленинабада», разработанный в республиканской проектной конторе «Таджикгоспроект», был утвержден Совнаркомом республики в 1939 году (авторы: архитектор В.Г.Веселовский, инженер-экономист С.А.Капари при участии архитектора В.П.Козлова) [1, с. 57].

Первые заметные изменения в градостроительной деятельности зодчих Ленинабада наметились к середине 70-х – начале 80-х гг., когда интенсивно осуществляется идея создания благоустроенного, хорошо озелененного города и поддержания вокруг него здоровой окружающей среды. Особенностью последних лет в городе стало градостроительное звучание многих сооружений, стремление к ансамблевости в застройке, активное включение элементов монументального искусства в городскую среду в качестве важнейшего фактора идейно-художественного воспитания людей. Сегодня в городском ландшафте облик отдельного сооружения, пусть уникального, может рассматриваться только как составляющая общей композиционной идеи. Примером сказанному является создание в центральной части города аллеи с памятником Камолу Худжанди, появление центральной магистральной улицы до железнодорожного вокзала со многими элементами объемно-пространственной композиции: скульптурными группами, озелененными оазисами для отдыха трудящихся, бассейнами и другими малыми архитектурными формами.

Большим событием 1999 года стало завершение реставрации средневековых ворот Худжандской крепости с фрагментом стен с восточной стороны памятника. Выстроенные из жженого кирпича образца IX-X вв. величественные стены и ворота с массивными резными полотнищами стали хорошим подарком городских властей 1100-летнему юбилею Государства Саманидов [10].

В настоящее время в Худжанде реставрация Калъаи Худжанд продолжается. Помимо этого, реставрируется множество квартальных и соборных мечетей, медресе, мавзолеев, жища и общественные здания, сохранившиеся за последние два века.

Истравшан является также одним из древнейших городов Среднего Востока, который за весь период своего существования несколько раз менял свое название: вначале Кирополь (Куруш-када, Кир-Эсхата), Истравшан, затем Ура-Тюбе. А с 2002 года город переименовывается вновь в Истаравшан. В рассматриваемый нами период (Новое время) город входил в состав Худжандского уезда Сырдарьинской, а позже Самаркандской области Туркестанского генерал-губернаторства.

Площадь Ура-Тюбе к 1886 году, т.е. после присоединения к царской России, составляла свыше 527 га. Судя по сохранившемуся плану города 1866 года, Ура-Тюбе был окружен двумя высокими стенами с множеством башен и глубоким рвом. По предположению А.Мухтарова, стенами был отгорожен и ряд кварталов, что было старой традицией среднеазиатского градостроительства. Внешние крепостные стены были прорезаны семью воротами: Якка-Бог на юго-востоке, Сои Боло – юге, Каробек – юго-западе, Дарвозаи Боло – западе, Тал (или Дарвозаи Ниджони) – северо-западе, Сои-Поён – севере и Чакмок-Тош – там же, на севере. Все улицы, начинающиеся с этих ворот, вели к центру, где располагался большой базар. Всего же во второй половине XIX века длина городских стен Ура-Тюбе достигала 6,4 км, а площадь – 4,8 кв. км.

На северо-восточном углу города, на горе Муг возвышалась цитадель с бекской крепостью. В конце XIX века в 64 кварталах

Ура-Тюбе было 68 мечетей, пять корихона, восемь медресе, семь бань, 15 кладбищ, несколько хаузов, 854 торговых и ремесленных предприятий. Население города в начале XIX века составляло 25 тысяч человек [5, с. 23].

После образования Таджикской ССР город растет территориально, обстраивается новыми жилыми и общественными зданиями, транспортными магистралями и многими другими атрибутами городской инфраструктуры. Время пощадило город и в нем до наших дней сохранилось множество прекрасных памятников монументального и народного зодчества: жилища, бани, мечети, чайханы и др. Замечательны криволинейные средневековые улицы кварталов с жемчужными вкраплениями мечетей и бассейнов-хаузов, осененные вековыми деревьями. Пожалуй, этот единственный город в Таджикистане, который сохранил свою старую квартальную застройку.

Ученые республики разработали целую концепцию создания на основе Ура-Тюбе города-музея, которая в 1993 году на Международном конкурсе построек и проектов года получила одобрение жюри (автор концепции доктор архитектуры, профессор С.М.Мамаджанова) [5, с. 7]. В преддверии 2500-летнего юбилея (2002 г.) в городе реставрировано множество памятников: жилых домов, мечетей, медресе и др. В результате ремонтно-реставрационных работ многие памятники потеряли свою историческую ценность, так как местные реставраторы в погоне за украшением памятников видоизменили их, часто до неузнаваемости, дополнили эклектичными постройками (например, минарет в комплексе Хазрати Шох). Это говорит о том, что реставраторы не имели соответствующую квалификацию и реставрацию производили без научных изысканий и обоснований.

Куляб. Другим крупным историческим городом по величине является Куляб, расположенный у подножия хребта Хазрати-Шох в долине реки Яхсу, в 202 км юго-восточнее города Душанбе. В настоящее время территория города составляет около 15 тыс. кв. км с населением более 70 тысяч человек [14, с. 29].

Куляб, основанный согласно археологическим данным ещё две тысячи лет назад, почти не сохранил свою древнюю структуру, однако здесь сохранилось несколько архитектурно-художественных объектов, являющихся гордостью горожан. К одному из них относится мавзолей XV-XVI вв. Амира Саида Хамадони [12, с. 4].

В 1870 году Куляб был присоединен в состав Бухарского эмирата в качестве отдельного бекства. Он управлялся беками, присланными из Бухары. В XIX веке в городе были высоко развиты различные виды ремесел, в том числе ткачество, ювелирное дело, гончарное и кожевенное производство, столярное дело и др. В городе существовало 17 кварталов, специализировавшихся по различным видам ремесленного производства. В городе была развита торговля, существовали базары. Куляб славился своими вышивками (гулдузи и чакан), которые имеют своеобразную неповторимую форму и расцветку.

Советская власть в городе была установлена в 1921 году. Здесь за последние годы появились архитектурные ансамбли, парки, скверы, высшие и средние учебные заведения, а также жилые микрорайоны. Огромный фрагмент городского парка со средневековым памятником Амира Саида Хамадони реконструирован и благоустроен, в результате чего полностью раскрыт обозрению не только сам памятник XV-XVI вв., но и другие достопримечательные места вокруг этой древней святыни Куляба [13, с. 192].

В 2006 году общественность республики торжественно отметила 2700-летие города Куляба. К этой знаменательной дате в городе появилось множество новых зданий и сооружений, были реконструированы исторические здания, было произведено дополнительное археологическое исследование территории, где в прошлом находилась Кулябская крепость.

Канибадам. Значительным центром торговли Ферганской долины был город Канибадам с площадью примерно в 1000 га, вытянувшийся с запада на восток на 5 км при ширине 2 км. Город имел сельский облик от множества загородных усадеб, огороженных высокими стенами – калъача. В центре города находилась средневековая крепость с четырьмя воротами и площадью примерно 3,5 га. Всего в Канибадаме было 44 квартала, где были сильны общинные традиции и семейно-общинные связи [7, с. 100].

Гиссар (Хисори Шодмон). Политическим и культурным центром Гиссарской долины становится Гиссар (Хисори Шодмон), где и ведется интенсивное строительство, не претендующее на монументальность и парадность. В самом

Гиссаре в XVIII в. строится два медресе и ворота гиссарской арки. Одна из названных построек, упомянутых выше, медресе Кухна, является портально-купольным сооружением с широким двором, внутри которого с трех сторон находятся худжры. Справа от входного портала расположена купольная мечеть, а слева – худжры. Нарушение функциональной взаимосвязи мадраса приводит к нарушению симметричности композиции главного фасада, что приводит к живописности силуэта. Невысокие угловые башни украшены рельефным кирпичным орнаментом [8, с. 75].

Следующее здание, входящее в ансамбль площади Гиссарской крепости, медресе Нав, интересно своей передней частью с порталом и по обе стороны от него помещением мечети и двумя купольными помещениями. Все эти помещения расположены на первом этаже, а сверху находятся худжры, образующие на фасаде арочную галерею, прорезанную посередине порталом. Архитектурного декора медресе Нав, как и медресе Кухна, не имеет [9, с. 85].

В октябре 2015 года Хисори Шодмон торжественно отметил своё 3000-летие, в ознаменовании которого был проведен международный научный симпозиум в ПГТ Гиссар. На самой территории Хисори Шодмон дополнительно были проведены реставрационные работы на воротах арки крепости, воссоздан значительный фрагмент оборонительных стен крепости из жженого кирпича, на территории самого Хисортепа выстроена улица из торговых рядов, запроектированных в традиционных формах из жженого кирпича, устроено благоустройство в районе родника и археологических остатков западных ворот.

Литература:

1.Веселовский В.Г., Мукимов Р.С. Этапы формирования градостроительной структуры Ленинабада // Исследования по истории и культуре Ленинабада. – Душанбе: Дониш, 1986. – 156 с.

2.Джалилов Ш., Кадыров А. Ходжент в период трех революций // Исследования по истории и культуре Ленинабада. - Душанбе: Дониш, 1986. - С. 30-56.

3.Засыпкин Б.Н. Архитектура Средней Азии. Монография / Б.Н. Засыпкин. – М.: Госстройиздат, 1948. – 161 с.

4.Кушакевич А.А. Статистические сведения о городах Ходженте и Ура-Тюбе // МСТК. Ежегодник. - Вып. 1. – СПб, 1872. - С. 40-67.

5.Мамаджанова С.М., Мукимов Р.С. Кирополь-Истравшан-Ура-Тюбе. – Душанбе: Изд. «Мерос», 1993. – 260 с.

6.Мамаджанова С.М., Мукимов Р.С. Энциклопедия памятников средневекового зодчества Таджикистана. – Душанбе: Изд. «Мерос», 1993. – 244 с. с. 23-24.

7.Мукимов Р., Мамаджанова С. Зодчество Таджикистана. Учеб. пособие для архит.-строит. спец. вузов респ. / Р. Мукимов, С. Мамаджанова. – Душанбе:Маориф, 1990.- 175 с.

8.Мукимов Р. Мадрасаи Кухна. // Хисорский заповедник и его архитектурные памятники. – Душанбе: Маориф, 1993. -160 с.

9.Мукимов Р. Мадрасаи Нав // Хисорский заповедник и его архитектурные памятники. – Душанбе: Маориф, 1993. -160 с.

10.Мукимов Р., Рахматов А. «Я стена Бухары…». // Ленинабадская правда, 8-9 сентября 1999 г.

11.Негматов Н.Н. Ходжент во второй половине XIX-начале XX вв. (Вопросы реконструкции города, количество и этнический состав населения) // Изв. АН Тадж.ССР. отдел. обществ. наук. - № 1 (47). – 1967. - С. 39-53.

12.Негматов Н.Н., Мамаджанова С.М. Мавзолей Мир Саида Хамадони в Кулябе // Мероси ниёгон. - 1995. – Душанбе. - Вып. 2. - С. 3-5.

13.Фролов В. Куляб. Путеводитель. – Душанбе: Изд. «Ирфон», 1983. – 64 с.; Патрунов Ф.Г. По Таджикистану. Путеводитель. – М.:Профиздат, 1987, – 252 с.

14.Юлдашев А. Хутталь в арабских источниках // История и культура Куляба. – Куляб, 1988, с. 29.

ФАРҲАНГИ СОХТМОНӢ ВА МЕЪМОРӢ ДАР ТОҶИКИСТОН

С.М. Мамаҷонова, С.Р. Муқимова

Дар мақола фарҳанги сохтмонӣ ва меъморӣ дар шаҳрҳои таърихие, ки дар доираи марзҳои муосири Тоҷикистон мавҷуд буданд ва дар нимаи дуюми садаи XIX – ибтидои садаи XX қисман онҳо ба ҳайати Аморати Бухоро ва қисман ба генерал-губернатории Туркистон дохил шуда буданд, дида баромада шуданд. Дар тамоми ин қаламрав аз давраҳои қадим як қатор шаҳрҳои таърихӣ буданд, ки бисёре аз онҳо бо мурури замон ба манзилгоҳҳои хурд мубаддал гаштанд ва ё дар зери хоки ғафси теппаю кӯрғонҳо мондаанд.

Калимаҳои калидӣ: меъморӣ, шаҳрҳои таърихӣ, санъат, осори таърихӣ, мероси фарҳангӣ, муҳити шаҳр.

CONSTRUCTION CULTURE AND ARCHITECTURE OF TAJIKISTAN

S.M. Mamajanova, S.R. Mukimova

The article deals with the historical cities and architecture within the modern borders of Tajikistan, which were part of the Bukhara Emirate and Turkestan general government in the second half of the XIX – early XX centuries. On whole this territory since ancient times there were many historical cities, many of which eventually turned into small settlements or remained under layers of hills and barrows.

Key words: architecture, historical cities, art, monument, cultural heritage, urban environment.

Сведения об авторах:

Мамаджанова Салия Мамаджановна – доктор архитектуры, профессор кафедры «Архитектура и Дизайн» ТТУ имени академика М.С. Осими. Тел.: 907 98 78 58

Мукимова Сайёра Рустамовна – доктор архитектуры, и.о. профессора кафедры «Архитектура и Дизайн» ТТУ имени академика М.С. Осими. Тел.: 907 72 19 06.

УДК 72.04,03 (575.3)

АРХИТЕКТУРНО-ДЕКОРАТИВНОЕ ИСКУССТВО ТАДЖИКСКОГО НАРОДА

С.С. Тиллоев, М.Р. Гиёсов

ТТУ им. академика М.С. Осими

В статье рассматриваются народные орнаменты и архитектурнодекоративные элементы, которые являются основными приспособлениями декоративно-прикладного искусства, которое включает творчество таджикских мастеров на архитектурных деталях, как: балка, дверь, колонна, михраб, потолок, фриз, купол, решетки, витражи и т.п. Также, выявлены несколько основных региональных архитектурно-строительных школ в Таджикистане.

Ключевые слова: народные орнаменты, декоративные элементы, монументальная живопись, арка, минарет, архитектурная школа, резьба по дереву.

Если для изучения архитектурного декора и орнамента Центральной Азии посвящена достаточная литература, то работы, предназначенные для изучения декора таджикского народного зодчества довольно недостаточно, их мало. Таджикские народные орнаменты и архитектурно-декоративные элементы представляют уникальную и своеобразную страницу художественного творчества народа. Они являются основными приспособлениями декоративно-прикладного искусства, представляют в то же время глубокую историю формирования и развития народа, его культуру, искусство и традиции[1].

О творческом потенциале и высоком уровне таджикских зодчих подтверждают дворцовые комплексы, медресе, мавзолеи, мечети, чайхана и жилые дома, которые построены на территории современного Таджикистана и других районах Центральной Азии, где сохранилось много памятников архитектуры, которые ярко отражают древнюю культуру и образ жизни таджикского народа. Таджикские мастера широко использовали орнаменты и декоративные элементы на фасадах и в интерьерах зданий. Они выполнены с изысканным творчеством и на весьма высоком художественном уровне в таких архитектурных деталях, как: фриз, балка, дверь, колонна, михраб, потолок, купол, решетки, витражий и т.п. Все эти элементы отражались в деталях, и в отдельных мотивах, из которых складывался общий облик какого-либо сооружения. Примером этого могут служить декоративные убранства, резное дерево, рельефы, орнаменты, монументальная живопись во дворцах и замках правителей Пенджикента, Хульбука, Шахристана, Хисора, Кафиркала, Сайеда, Куляба и других памятниках архитектуры[4].

Восхитительные и достопамятные образцы таджикского орнамента также нашли блистательное выражение в различных созданиях долго- путного творчества народа: в тонких узорах ювелирных изделий, узорных тканях, вышивках, головных уборах, резьбе по дереву, украшениях жилища и архитектурных памятниках. В узорах и мотивах различных бытовых изделий, как и в архитектурных памятниках, отражается богатство образцово художественного понимания и духа народа, пропорции, тонкое чувство ритма, силуэта, материала, понимание формы и цвета.

Декоративное искусство в развитии архитектуры Центральной Азии, в том числе Таджикистана, сыграло огромную роль. Исследуемый регион находился на торговых путях по середине Великого Шелкового пути

между Западом и Востоком, в зоне культурно-экономических отношений со странами Средиземноморья и Китая, широких международных связей со странами зарубежного Востока и другими странами[8, с. 17].

В XIV-XV вв. продолжают развиваться экономические и культурные отношения с широкими международными связями (Бухара с Ираном, Индией, Турцией и др.). Этот период характеризуется массовым строительством крупных, богато декорированных зданий, городских ансамблей с цельным и своеобразным стилем. Как пишет известный таджикский зодчий Ф.З. Мирзоева: «Архитектурный декор часто украшался фаянсовой облицовкой, вплоть до XV в., т.е. до времени появления расписных изразцов, которые находят особо широкое применение в XVI в.»[4, с.30].

В сооружениях и их интерьерах данного периода широко используются щитовидные паруса, декоративные детали, орнаменты, пересекающие арки, мозаики, сводчато-купольные системы и др. Образцом может служить мавзолей Абдулкадыра Джелони (XV в.) близ Ура-Тюбе (ныне Истаравшан). На фасаде окна оформлены решетками-панджара с высоким стрельчатым обрамлением, также использована цветная мозаика. Само сооружение и полусферический купол сложен кирпичной кладкой без штукатурки[6, с.134; 4, 159;].

Архитектурные постройки XVII-XVIII вв. отличаются своими объемами, композиционной структурой, силуэтами, построенными на контрасте протяженности стен, вертикалями порталов стен, минаретов и куполов. А в постройках городов и селений XIX- XX вв. обогащаются и преобразовываются приемами народного зодчества. Также как и прежде применяют архитектурную резьбу по дереву и ганчу роспись по дереву и штукатурке в мавзолеях, мечетях, медресе и жилищах[4, с.34].

Фрагменты резьбы по ганчу, и особенно орнаментальные панно – намой, искусство резьбы которых особенно богато представлено в городах Самарканда и Бухаре, но они имеется также и в Худжанде, Исфаре, Истаравшане, Хисоре, Кулябе и горном Зарафшане, свидетельствуют о господствующей в этой области давней традиции[7, с.47].

Архитектурные декоративные элементы и орнаменты Таджикистана являются в тех формах, в которых они дошли до нас. Основную группу составляют более древние, архаические формы, относящиеся еще к родовому и раннему родовому обществу[1, с.106]. Специалисты считают, что первая причина в том, что в Центральной Азии более, чем в других областях, властвовал канон. Консерватизм вкусов, восстающих против новшеств, здесь зачастую подкреплялся и влиянием мусульманской догматики, непосредственно распространяющейся на культовые сооружения и до некоторой степени диктующей их привычное художественное решение. Культы солнца, луны и огня, распространялись в Центральной Азии с глубокой древности, постепенно, с изменением этих верований, изменяли и свое начертательное воплощение. Несмотря ни на что, народные мастера Таджикистана смогли развивать и продолжать традиции архитектурных школ Центральной Азии, вобравших в себя все лучшее в декоре и архитектуре, выработанной многовековой историей. Народные мастера возрождали забытые образы и приемы архитектурного декора. Они свой талант проявляли в поиске средств выражения тончайших нюансов, форм и разнообразных вариантов декоративного убранства[4, с.35].

Исследователи в области архитектуры и искусства разделили территорию современного Таджикистана по географическому положению на три района: Южный Таджикистан, Центральный Таджикистан и Северный Таджикистан. Естественно, у каждого региона есть свои разнообразные приемы, типы и формы жилищ, разнообразные декоративные элементы и виды конструкций. Исходя из этого, среднеазиатский теоретик архитектуры и искусства В.Л. Воронина выявила несколько основных региональных архитектурно-строительных школ в Таджикистане: [2, с. 46-54]

1). *Северная (Ферганская) школа* (Худжанд, Ура-Тюбе (ныне Истаравшан), Исфара и Канибадам);

2).*Зарафшанская школа* (Пенджикент, Айни, Матчо и Ягноб);

3).*Центральная школа* (Хисор, Каратаг, Варзоб, Душанбе, Кафирниган, Файзабад и Каратегин);

4). *Южная школа* (Кабадиан, Курган-тюбе (ныне Бохтар), Куляб и Дашти-Джум);

5). *Юго-Восточная школа* (Дарваз и Бадахшан).

Пытаясь выявить некоторые особенности и характеристики планировок и декоративного убранства каждого региона, не

ставим себе задачу дать исчерпывающую картину развития и изменения сюжетов архитектурно-декоративного искусства каждой школы. Так как, такие области, как различность и аналогичность, динамика изменения узора, объяснение устойчивости или изменчивости определенных элементов каждого региона четко разработаны в трудах: В.Л. Ворониной, Н.А. Белинской, Р.С. Мукимова, С.М. Мамаджановой, и Ф.З. Мирзоевой.

- *В северо-таджикской (Ферганской) школе* активно выражен многоцветный декор. Мастера - наккоши (художники) для основного рисунка орнаментов выбирали желтые, оранжевые, белые и зеленые цвета, а для фона подбирали краски холодного тона (в основном изумрудная зелень). Для обводки контуров орнамента применяли черную, сепия краски. Широко использовалась декоративная резьба в оформлении архитектурных деталей медресе и жилого дома. Использовались и решетки-панджары, составленные из разных геометрических фигур со сложными узорами.

- *После изучения архитектуры горной долины Зарафшана* следует отметить, что форма декоративных убранств близка друг с другом, образуя связующее звено двух соседних архитектурных школ (Фергана). Народные мастера каждой школы в архитектуре применяли: декор, резьбу по дереву и ганчу, роспись по штукатурке, глине и керамике. Каждая школа, сохраняя свои местные древние традиции в формах архитектуры и искусства, дает нам ценный материал для анализа художественной особенности каждого региона.

- *Для центральной школы (Хисор, Каратаг, Варзоб, Душанбе, Кафирниган, Файзабад, Каратегин и др.)* характерным приемом в архитектуре жилых и общественных сооружений является плотная застройка домов, вытянутых в плане и органично вписывающихся в ландшафт, со ступенчатой структурой в два этажа. Здесь также довольно широко использовали архитектурный декор в жилых и культовых постройках, орнаментальный рисунок на стенах, резьбу по деревянным колоннам и дверям[5, с. 73-107].

-*В архитектуре Южного Таджикистана (Кабадиан, Курган-тюбе (ныне Бохтар), Куляб и Дашти-Джум)* декор в основном использовался в ордерах и деталях колонн. Основным материалом в строительстве жилищ южных регионов были: дерево, камень, лёсс и камыш. Следует отметить, что колонны южной части отличались от колонн северного региона формой, конструкцией, резным декоративным орнаментом. Они выполнялись 2-х типов: 1). С геометрической базой и капителью; 2). С кувшиновидной базой и капителью или граненные с каннелюрами или многогранным украшением[9, с. 49-51].

-*В Юго-восточной школе Таджикистана* (Дарваз и Бадахшан) встречаются розетки, узелки, тюльпанчики, зооморфные мотивы, растительные узоры теплых тонов – желтого и красного с белым, которыми сплошь украшены внутренние декоры жилищ. Планировочное решение жилищ высокогорных селений Бадахшана представляют иные формы, соответствующие местным климатическим условиям. Декоративное убранство перекрытий со светодымовым отверстием с верху «равзана», бревенчатый купол, которого опирается на три, четыре, иногда в пять стоечно-балочных конструкций[2, с. 160-170].

В конце XX века архитектурный декор достигает нового уровня, искусственный язык становится конкретным, точным и реалистическим. В разные периоды развития советского архитектурно-декоративного искусства союзных республик было несколько волн интереса к национальному своеобразию культур каждого региона в отдельности. Мастера и архитекторы ориентировались в основном на местные строительные материалы, большое внимание уделяли внедрению современных декоративных форм. А именно в этот период начался поиск новых декоративных приемов в архитектуре таджикского народа. Примером служат чайханы, школы, клубы, киноконцертные залы, административные центры и т.п.

В конце следует отметить, что архитектурный декор советского периода пережил определенный подъем. Зодчие сохраняли и развивали то богатство, которое оставило им народное мастерство в отношении декора в архитектуре. Они с целью обогащения и организации новых декоративных форм меняли цветовые и пластические особенности элементов. В результате, появились новые приемы, которые отвечают новым эстетическим, социальным, функциональным и технико-экономическим задачам[3].

Литература:

1. Белинская Н.А. Архитектурно-декоративное искусство Таджикистана (XIX-XX вв.). Душанбе: Дониш, 2010.-295 с.
2. Воронина В.Л. Народная архитектура Северного Таджикистана. -М.: Стройиздат, 1959, 100 с. Воронина В.Л. Архитектурный орнамент древнего Пенджикента // Скульптура и живопись древнего Пенджикента. М. 1959 с.113-114.
3. Гиясов М.Р. Принципы использования национальных элементов в современной архитектуры Таджикистана. Диссерт.работа. Казань-2016г.
4. Мирзоева Ф.З. Декор в современной архитектуре Таджикистана: Диссер.канд.архитектуры. М, 2001.- 185с. Мирзоева Ф.З. Декор в современной архитектуре Таджикистана: Душанбе: Ирфон, 2007.- 231 с.
5. Мамаджанова С.М., Мукимов Р.С. Архитектурное наследие Душанбе. Мерос, 1993. - 172 с. Мамаджанова С.М., Мукимов Р.С. Энциклопедия памятников средневекового зодчества Таджикистана: (Типологические особенности средневекового зодчества Таджикистана). Душанбе: Мерос, 1993- 244 с.
6. Мукимов Р.С., Мамаджанова С.М. Кирополь Истаравшан - Ура-Тюбе. - Душанбе: Мерос, 1993. - 144 с.
7. Рузиев М. Резное дерево Чорку. Душанбе: Дониш, 1975.- 109 с.
8. Тиллоев С.С. Формирование городов Таджикистана на Великом Шелковом пути. Душанбе: Изд. ООО «Контраст», 2010. - 591 с., 141 ил.
9. Веселовский В.Г., Мукимов Р.С., Мамадназаров М.Х., Мамаджанова С.М. Архитектура Советского Таджикистана. - М.: Стройиздат, 1987.

САНЪАТИ МЕЪМОРӢ-ОРОИШИИ ХАЛҚИ ТОҶИК

С.С. Тиллоев, М.Р. Гиёсов

Дар мақола нақшу нигори халқӣ ва элементҳои меъморӣ-ороишӣ, ки мутобиқати асосии санъати ороишӣ-амалӣ ба ҳисоб меравад, дида баромада шуда ва дар он эҷодиёти устодони тоҷик дар ҷузъиёти меъморӣ, ҳамчун болори чӯбин, дар, сутун, мехроб, шифт, гардана, гунбаз, панҷара, нақши рӯйи шишаҳо, инчунин ошкорсозии якчанд мактабҳои меъморӣ-сохтмонии минтақавӣ дар Тоҷикистон ва ғайраро дар бар мегирад.

Калимаҳои калидӣ: наққошии халқӣ, элементҳои ороишӣ, наққошии муҷассамаҳо, равоқ, манора, мактабҳои меъморӣ, нақшунигор дар чӯб.

ARCHITECTURAL AND DECORATIVE ART OF TAJIK PEOPLE

S.S. Tilloyev, M.R. Giyosov

In the article the folk ornaments and decorative elements of architecture are discussed,, which are the main devices of decorative and applied art, which it includes the works of Tajik masters on architectural details, as: beam, door, column, the mihrab, the ceiling, the frieze, the dome, grilles, stained-glass windows and others. Also, it showing up the identification of several main regional schools of architecture and construction in Tajikistan.

Key words: folk ornaments, decorative elements, monumental painting, arch, minaret, architectural school, wood carving.

Сведения об авторах:

Тиллоев С.С. – д.и.н., и.о. доцента ТТУ имени академика М.С. Осими, e-mail: tilloev58@mail.ru; тел: 93 522 00 31;

Гиёсов М.Р. – докторант PhD кафедры «Архитектура и дизайн», ТТУ им. ак. М.С. Осими. E-mail: gmehrubon@mail.ru; тел: 93 400 44 11.

ХУСИСИЯТҲОИ ИҚЛИМИВУ ТАБИӢ ВА СОКИНШАВИИ МАҲАЛҲОИ АФҒОНИСТОН ДАР ТАШАККУЛЁБИИ ШАҲРУ ДЕҲОТИ ОН

Муҳаммад Усмон Билим, А. Акбаров

ДТТ ба номи М.С. Осимӣ

Дар мақола хусусиятҳои иқлимиву табиати ноҳияҳои гуногуни Ҷумҳурии исломии Афғонистон оварда шудааанд, ки ба сокиншавии аҳолӣ, ташаккули маҳалҳои шаҳр ва деҳот таъсир мерасонанд. Шаш минтақаи иқлимиву табиии ноҳияҳо муайян шудааанд, ки ба хусусияти ташаккули хоҷагиву иқтисодӣ ва гуногунии сокиноти аҳолӣ таъсир мерасонанд. Дар асоси ташхиси зиччии аҳолӣ дар маҳалҳо минтақаҳои нисбатан шаҳршаванда ва

ноҳияҳои ғайришаҳршавӣ, яъне деҳотӣ муайян карда шудааанд.

Калимаҳои калидӣ: *иқлим, табиат, кӯҳистон, кишвари Афғонистон, сокиншавӣ, зиччии аҳолӣ, вилоятҳо, маҳалли зист, шаҳрҳо, русто, деҳот, тарҳрезӣ.*

Ҷумҳурии исломии Афғонистон сарзамини паҳноваре мебошад, ки масоҳати он 652 225 км^2-ро дар бар мегирад. Афғонистон дар ҷануби Осиёи Марказӣ ҷойгир буда, дар ҳамсоягии кишварҳои Туркманистон, Ӯзбекистон, Тоҷикистон аз шимоли кишвар, бо Ҷумҳурии исломии Эрон аз ғарбии кишвар, бо Покистон аз ҷануб ва шарқ ҳаммарз аст ва бо Ҷумҳурии Чин дар шимолу шарқ ҳамсарҳад мебошад. Саросари марзҳои шимолии Афғонистонро дарёи Ому фаро гирифтааст. Дар маҷмӯъ марзҳои хушкӣ ва обии Афғонистон 5883 км ро ташкил медиҳад.

Зиёда аз 63% сатҳи Афғонистонро дар қисмати марказии он қаторкӯҳҳои Ҳиндукуш (аз шимолу шарқ то ҷанубу ғарб) фаро гирифтааст, ки он гуногунии иқлиму табиати маҳалҳои мамлакатро муайян кардааст. Баландтарин нуқтаи Афғонистон дар қуллаи “Навшох” дар вилояти Бадахшон мебошад, ки баландии он 7495 метр аз сатҳи баҳр ва поёнтарин нуқтаи он дар мавзеи “Мингаҷик” дар ноҳияи Ҷавзиҷон бо баландии 245 метр аз сатҳи баҳр қарор дорад.

Бояд гуфт, ки табиати гуногунранг ва паҳновари Афғонистон яке аз омилҳои бисёр арзишманди ташаккули хоҷагии халқ ва иқтисодиёти ноҳияҳо ва шаҳру деҳоти мамлакат таърихан муайян гаштааст. Аз миллионҳо гектар масоҳати хушкии Афғонистон, 8 миллион гектари онро боғ ва киштзорҳо, 54,7 миллион гектарашро алафзор, 1,9 миллион гектари онро ҷангалзорҳо ташкил мекунад. Заминҳои боқимондаи Афғонистонро заминҳои киштнашавандаи саҳроӣ (биёбонӣ) ва қаторкӯҳҳо ташкил мекунанд.

Мавҷуд будани қаторкӯҳҳои баланд дар маркази кишвар, сабзазорҳо ва даштҳои ҳамвори ҷанубии он, ноҳияҳои биёбонии шимолии мамлакат, рӯдхонаҳо ва дарёчаҳои гуногуни он сабаб шудааст, ки дар як замон дар гӯшаҳои мухталифи кишвар яке аз чор фасли солро битавон дид. Масалан дар давраи баҳор, ки дар ноҳияҳои шимолу шарқӣ ва марказии кишвар мавзеи кӯҳистон аст, имкони вазишҳои шамоли зимистонӣ монанди боди кӯҳӣ ва иқлими хунук вуҷуд дорад, ҳамзамон дар шаҳрҳои шарқии кишвар ба монанди Ҷалолобод метавон аз ҳавои дилпазири баҳорӣ истифода кард.

Бархе аз вилоятҳои шимолӣ, ҷанубу ғарбӣ ва ғарбии Афғонистон, ки даштҳои беканор ва кабудизорҳои кишварро ташкил медиҳанд, бисёр ҳамвор ва дар баландии каме аз сатҳи дарёҳо қарор гирифтаанд. Дар миёни ин сарзаминҳои ҳамвор алафзорҳои хубе ҳамчун дашти Шодиён ва дашти Лайлӣ воқеъ шудаанд, ки дар фасли гарми сол ҳамчун чарогоҳи пазироии ҳазорон ҳазор рама мебошанд [1].

Баландии бисёри кӯҳистони Афғонистон аз ҳамвории дарёҳо ва доманакӯҳҳо қарор гирифтани бештари вилоятҳои кишварро дар баландии беш аз 1000 метр аз сатҳи баҳр муайян кардааст, ки он яке аз омилҳои муайянкунанда ва хусуятҳои хоси сокиншавии аҳолии шаҳру деҳоти ин сарзамин гаштааст.

Ҳамон тавре ки гуфта шуд, Афғонистон аз гуногунии обу ҳавои зиёд бархӯрдор аст ва ин гуногунӣ дар парокандагии маконӣ ва навсохтии замонӣ машҳуд (шоҳид) аст. Аз қадим чуғрофидонони иқлимшинос табақабандии иқлимии мутаадиде барои Афғонистон анҷом додаанд, ки метавон бо дар назар гирифтани ҳарорат, рутубат, боришот ва марказҳои фишори атмосферӣ мавзеъҳои иқлимии Афғонистонро ба шаш минтақаи фарккунандаи обу ҳавои кишвар тақсим кард:

1.Обу ҳавои гарм ва хушки биёбонӣ (саҳроӣ): ин навъ обу ҳаво, дар ноҳияҳои ҷанубу ғарбии Қандаҳор, ҷануби Гиришк (вилояти Ҳилманд), тамомии вилояти Нимрӯз ва ҷануби вилояти Фароҳ ҳоким аст. Дар ин ноҳияҳо миқдори боришот бисёр кам буда ва тавассути борандагии он ба 70 то 80 миллиметр мерасад ва дар вақти зимистон барф намеборад. Гармии зиёд ва камии боришот дар ин ноҳия (ҷанубу ғарби кишвар) даштҳо ва регистонҳои монанди Моргу, Бакво, Хошруд ва Сиистонро ба вуҷуд овардааст.

2.Обу ҳавои кӯҳистонӣ: ноҳамвориҳо, дар тағйироти обу ҳавои сатҳи замин, ҷиҳати бод, мизони бориш ва фишор хусусияти хосе доранд, ки одатан ба ташкили обу ҳавои мӯътадили кӯҳистонӣ ё сарди кӯҳистон мувофиқ аст. Тавре ки маълум аст, фишори ҳаво ба ҳар 1000 метр баландӣ дар ҳудуди 6 дараҷа паст мешавад ва баръакс миқдори бориши барфу борон зиёд мешавад. Ба ҳамин далел дар баландии қаторкӯҳҳои Ҳиндукуш, Боботоғ, Сафедкӯҳ ва дигар мавзеъҳои баландкӯҳ бо ҳавои бисёр сарди зимистона хос аст. Баъзе аз минтақаҳои баландкӯҳ аз сабаби боришоти зиёди барф

фаромадани тарма сурат мегирад, ки сабаби ҳолатҳои харобиоварӣ мегардад.

Обу ҳавои кӯҳистон қисми зиёди минтақаҳои марказӣ ва шимолу шарқии Афғонистонро фаро гирифтааст. Обу ҳавои Соланги шимолӣ ва ҷанубӣ намунаи аз ин навъ обу ҳаво дар Афғонистон мебошад. Обу ҳавои кӯҳистон бо мизони бориши фаровон ва табхири кам ба далели бурудати ҳаво сабаб мешавад, ки баҳрабардорӣ аз об ба ҳадди ақал мебошад.

3.Обу ҳавои доманакӯҳ: обу ҳавои муътадил минтақаҳои шимолӣ шарқии кишварро таҳти нуфузи худ дорад ва дар кишвари Афғонистон дорои хусусиятҳои зерин аст:

-тобистони он хушк ва бисёр гарм аст;

-боришот бештар дар вақти зимистон сурат мегирад;

-мутавассут дараҷаи ҳарорат дар тобистон аз 22 дараҷа зиёдтар боло меравад;

-миқдори боришот дар муддати сол дар фасли зимистон ба миқдори 250 то 400 миллиметр мерасад.

Боришот дар нуқтаҳои баланди кӯҳӣ монанди Сафедкӯҳ (Сипинғар) ба шакли барф ва дар нуқтаҳои ҳамвориҳо ба шакли резиши борон сурат мегирад. Вилоятҳои Нангарҳор, Лаҳмон ва Кунарҳо дорои чунин обу ҳавои мадитаронаи мебошанд.

4.Обу ҳавои тағйирёбандаи мавсимӣ: вилояти Пактиё ва ноҳияҳои атрофи он дорои ин навъ обу ҳаво мебошад, ки андозаи боришоти солона дар ин ноҳия ба 460 то 680 миллиметр мерасад. Дар ин ноҳия ҳатто дар тобистон низ борон меборад. Ҳавои марбути ин ноҳия мусоидтарин шароитро барои рушди буттаҳо аз навъҳои арча, булут, ҷалғӯза ва ғайра муяссар сохтааст. Обу ҳавои ин ноҳия барои кишти қаҳва низ мусоид мебошад. Ҷангалҳои ғули Афғонистон дар ҳамин ноҳия воқеъ шудаанд.

5.Обу ҳавои даштӣ (гарми хушк): ноҳияҳое, ки минтақаҳои ҳамвору фарохи даштии Афғонистонро дар бар мегиранд, дар ин навъ обу ҳавои ихтилофи дамии шабу рӯз аз 20 дараҷа зиёд фарқ намекунад, аммо дар муддати сол ин тағйирот ба 30 то 35 дараҷа мерасад. Боришот дар зимистон бештар аст ва миқдори он ба 300 миллиметр мерасад. Дар ин минтақаҳо алафзор ва гиёҳони хуб нашъу намо доранд ва ба ҳамин сабаб барои парвариши ҳайвонот ва чорводорӣ бисёр муносиб мебошанд. Дар шимоли Афғонистон вилоятҳои Баглон, Қундуз, Форёб ва ғайра, дар ҷануби кишвар бошад, Қандаҳор, Парвон, Ғазнӣ, Кописо, Кобул ва Ҳирот дорои ин навъ обу ҳаво мебошанд.

6.Обу ҳавои тундраи Алпӣ: минтақаҳои баландкӯҳе, ки дар он ҷангалҳо ва дарахтони сӯзанбарг, кабудизор бо шакли алафони гуногун ва буттаҳо дар ҳамворӣ ва хамгашти теппаҳо доранд, ноҳияи обу ҳавои тундраи Алпӣ меноманд. Дар Афғонистон ин ноҳияҳо аз баландии 2500 метр то 3000 метр аз сатҳи баҳр, дар баландии кӯҳҳо воқеанд. Минтақаҳои баланди Новур ва бештар минтақаҳои вилоятҳои Ғазнӣ, Бомиён ва минтақаҳои баланди Кӯҳи Бобо, Сафедкӯҳ ва Сиёҳкӯҳ шомили ин навъ обу ҳаво мебошанд. Дар ин минтақаҳо барфи бисёр меборад ва зимистони он бисёр сард ва дароз ва тобистон он мӯътадил аст[1].

Унсур ва омилҳои обу ҳавои минтақаҳо ва таъсироти он дар ташаккули солимии фазои шаҳр корбурдҳои мухталифе доранд. Ҳар чанд ки ҷанбаҳои корбурди мутолиоти обу ҳаво то кунун чандон мавриди таваҷҷуҳ қарор нагирифтааст.

Дар шароити ҳозира тақсимоти маъмурӣ ва сиёсати идоравии маҳалҳои зисти мардумӣ дар кишвари Афғонистон мувофиқи қарори зерин ташаккул меёбанд. Идораи маҳалҳои зисти мардумӣ аз чор намуди сохтор ташкил шудааст (расми 1).

Расми 1. Харитаи ҷойгиршавӣ ва тақсимоти маъмурии вилоятҳои Ҷумҳурии исломии Афғонистон

Дар доираи ҷумҳурӣ 34 вилоят ва 364 улусволӣ (ноҳияи маъмурӣ) ҷудо шудааст. Ҳар як вилоят аз 3 то 27-то улусволиро дар бар мегирад.

Мутобиқи омори идораи марказии бақайдгирии аҳолии кишвар дар соли 2012 беш аз 26 милион нафар аҳолӣ тахмин шудааст, ки дар шаҳру деҳа ҷойгир мебошад. Аз он ҷумла 19,1 млн (76,5%) ҷамъияти рустоӣ (деҳот) буда, 6,9 млн. (23,5%) онро аҳолии шаҳрӣ ташкил медиҳад. Аҳолии рустои он дар миқёси зиёда аз 38 ҳазор деҳот зиндагӣ мекунанд. Ҳисоби миёнаи ҷамъият барои ҳар деҳот ба 534 нафар, ё худ 78 хонаводаро дар бар мегирад ва масофаи байни ҳар деҳот ба 5 - 7 км мерасад.

Аҳолии Афғонистон дар миқёси мамлакат ба шакли нобаробар ҷойгир шудааст. Дар баъзе аз қисматҳои кишвар (водиҳо) ҷамъият (аҳолӣ) зич ҷойгир буда ва дар баъзе ҷойҳо (минтақаҳои кӯҳӣ пароканда зиндагӣ мекунанд. Баъзе аз шаҳрҳои калон, монанди Кобул (4 млн. нафар) саҳми зиёди аҳолиро дар худ ҷой додааст. Вале дар муқобили он ҷойҳои маскуни бисёрии аҳолии деҳот дар ҷануб ва ҷанубу ғарбии кишвар дорои деҳаҳои хурди аҳолинишин мебошанд.

Дар воқеъ, омилҳои зиёди табиӣ ва ҷуғрофӣ сабаби чунин ҷойгиршавии нодурусти аҳолӣ ва нобаробарии сокиншавии маҳалҳои зисти мардумӣ шудааст, ки метавон онҳоро дар гурӯҳҳои гуногун, монанди омилҳои табиӣ, иқтисодӣ, иҷтимоӣ, сиёсӣ, таърихӣ, фарҳангӣ ва ғайра муайян ва қарор кард. Қудрат ва таъсири омили мазкур дар давраҳои мухталиф ва ташаккули ҷомеаи шаҳрӣ ва рустоӣ тафовут доштааст. Чунончи дар ҷойгиршавии аҳолӣ рустоӣ ва кӯчӣ омилҳои табиӣ нақши таъйинкунанда бозида ва дар муқобил аҳолии шаҳр омилҳои иҷтимоиву инсонӣ, монанди роҳ, тиҷорат ва фарҳангӣ таъсири фаровон доштааст.

Тавзеҳи нодурусти аҳолӣ дар сатҳи кишвар аз омилҳои ҷуғрофӣ бисёр таъсирпазир аст. Нигоҳ ба нақшаи зичи аҳолии Афғонистон ин далелро ба хубӣ нишон медиҳад, ки ба далел доштани муҳит мусоидтар нисбат ба ними ғарбӣ аз зичии аҳолӣ бештар бархӯрдор аст, бо дараҷаи зичӣ дар шарқ, шимол, ҷанубу шарқ хеле бештар аз ғарб ва ҷанубу ғарб ва марказ афзоиш меёбад.

Дар Афғонистон минтақаҳое, ки дар баландии аз ҳазор то ду ҳазор метр аз сатҳи баҳр ҷойгиранд, шомили ҳавзаҳои васеъ ва нисбатан ҳамвор мебошанд, теъдоди зиёди ҷамъиятро ба худ ҷалб кардаанд, ки аксарияти аҳолии онҳо ба зироат, боғдорӣ ва чорводорӣ машғул мебошанд. Ҳамчунин мантиқаҳое, ки камтар аз 1000 м аз сатҳи баҳр баландидошта низ шомили ҳавзаҳои васеъ ва ҳамвор, ки теъдоди зичи ҷамъиятро ба ҳади зиёд мерасонад. Аксари шаҳрҳои пурҷамъияти Афғонистон дар ҳамин ду минтақа ҷойгир шудаанд, ки ҳар кадом марказҳои фаъолияти иқтисодӣ, фарҳангӣ ва санъати кишварро ба вуҷуд оварданд.

Дар воқеъ обу ҳавои мусоид, шароити хуби физиологӣ ва ҷуғрофӣ ва доштани об ва хоки муносиб аз омилҳои ҷазби муносиб мебошанд, ки асоси сокиншавии аҳолии деҳот ва шаҳрҳои Афғонистон гаштаанд. Чунончи сокиншавии аҳолии вилотҳои Кобул, Паргон, Лугар, Нангарҳор, Қундуз, ҳамчун мавзеъҳои зичтарин ва ҷойҳои ташаккули шаҳрҳову рустоҳои Афғонистон дар ин минтақаҳо ба ҳисоб мераванд. Дар қатори ин омилҳо бархе аз ҷойҳои кишвар бо доро будани шароити номусоиди иқлимӣ, камобии маҳал, бухоршавӣ, набудани хоки муносиб ва омилҳои муҳити маҳдуд шудани кишт ба маҳсулоти ҳосилдиҳии маҳалӣ (гандуму ҷав) боиси кам шудани ғунҷоиши аҳолӣ ва ё мантиқан ҷиҳати нигаҳдорӣ ва ҷазби аҳолии маҳалҳо гардидаанд. Дар зичии нисбии пасттари ҳадди хурд нигоҳ доштан аҳолии шаҳру деҳот аз диди экологӣ яке аз омилҳои муҳими шаҳрсозӣ мебошад. Чунончи вилоятҳои Нимрӯз, Ҳилманд, Фарроҳ, Ғур, Бадахшон ва Бодхез дар чунин шароите қарор доранд.

Ҷадвали 1.

Ташкили сокиншавии аҳолии кишвар дар вилоятҳо, шаҳрҳо ва рустоҳои Афғонистон

№	Номи вилоят	Масоҳати он бо километри мураббаъ	Миқдори аҳолӣ дар шаҳр	Миқдори аҳолӣ дар деҳот	Нуфузи аҳолӣ дар соли 2012	Дараҷаи масоҳат	Дараҷаи нуфуз
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
1	Кобул	4585	83,4	16,6	4818700	28	1
2	Кописо	1871	0,3	99,7	413000	34	26
3	Парвон	5868	8,7	91,3	620900	27	14
4	Вардак	9023	0,5	99,5	558400	23	15
5	Лугар	3955	2,5	97,6	367000	31	28

1	2	3	4	5	6	7	8
6	Ғазнӣ	23387	4,8	95,2	1149400	8	5
7	Пактико	19336	0,6	99,4	407100	12	27
8	Пактио	6259	4,4	95,6	516300	26	18
9	Хуст	4029	2	98	537800	31	16
10	Нангарҳор	7616	14,7	85,3	1358400	25	3
11	Кунарҳо	4339	3	97	421700	29	23
12	Лағмон	3408	1,1	98,9	410300	33	25
13	Нуристон	9942	0	100	138600	22	34
14	Бадахшон	47403	3,9	96,1	889700	5	10
15	Тахор	12376	12,9	87,1	917700	19	9
16	Бағлон	20362	19,8	80,2	848500	10	12
17	Қундуз	7827	24,4	75,6	935600	24	8
18	Самангон	11218	7,4	92,6	362500	20	29
19	Балх	16840	35,6	64,4	1219200	14	4
20	Ҷавзиҷон	10326	21,4	78,6	503100	21	19
21	Сарпул	16360	7,6	92,4	522900	16	17
22	Форёб	21146	11,9	88,1	941800	9	10
23	Бодғис	20068	2,9	97,1	464100	11	21
24	Ҳирот	63097	27,6	72,4	1741700	1	2
25	Фаррох	47786	7,2	92,8	474300	3	20
26	Нимрӯз	41356	15,7	84,3	153900	8	32
27	Ҳилманд	61829	95,8	4,2	864600	2	11
28	Қандаҳор	47676	33,9	66,1	1127000	4	6
29	Зобул	17293	3,9	69,1	284600	13	31
30	Урузгон	12650	2,9	97,1	328000	18	30
31	Ғур	38666	1	99	646300	7	13
32	Бомиён	17803	2,8	97,2	418500	17	24
33	Панҷшер	3531	0	100	143700	32	33
34	Дойкундӣ	16645	0,8	99,2	431300	15	22
Ҳамагӣ		652225	23,2	76,8	25987700	-	-

Зичии нисбии аҳолӣ дар Афғонистон бо таваҷҷуҳ ба масоҳат ва ҷамъияти он (26 млн. нафар) дар соли 2012 мувофиқ ба 40 нафар дар километри мурабаъ шудааст. Бо зичии миёна 40 нафар дар ҳар километри мураббаъ сарзамини Афғонистон яке аз хилваттарин мамлакатҳои ҷаҳон ба ҳисоб меравад. Сабаби чунин ҳолат 63,3% аз масоҳати тамоми кишвар кӯҳистони он ва биёбон будани бахше аз масоҳати кишвар мебошад [2].

Тарз ва шакли ҷойгиршавии маҳалҳои зисти мардумӣ дар вилояти мухталифи Афғонистон як хел набуда, он вобаста ба омилҳои иҷтимоӣ, идорӣ, сиёсӣ, муҳитӣ ва инсонӣ ташаккул ёфтааст. Вилояти бисёраҳолии кишвар, ки дар он ба як километри мураббаъ зиёда аз 126 то 833 нафар зиндагӣ мекунанд, иборатанд аз Кобул, Кописо, Хуст ва Нангарҳор.

Вилоятҳои бо зичии боло, ки дар ҳар километри мурабаи он аз 86 то 125 нафар зиндагӣ мекунанд, иборатанд аз Қундуз, Лугар, Парвон, Лағмон ва Кунар; вилоятҳои бо зичии миёна, ки дар ҳар километри мурабаи он аз 46 то 85 нафар зиндагӣ мекунанд, иборатанд аз Вардак, Ғазнӣ, Пактиё, Тахор, Ҷазҷа ва Балх мебошанд. Аҳолии вилоятҳои бо зичии бисёр кам, ки дар километри он аз 5 то 15 нафар зиндагӣ мекунанд, қисмати кӯҳистони Афғонистон аст: Нуристон, Фароҳ, Нимрӯз ва Ҳилманд.

Дар тавҷеҳи иллати тағйироти зичии аҳолӣ дар вилоятҳои мухталиф, илова бар омилҳое, ки дар тақсими ҷамъият унвон кардем, бояд фарохии вилоятҳо ва набуди нобаробарии тақсимоти идорӣ ва кишвариро бар асоси ноҳияҳои табиӣ ва ҷуғрофиёӣ мавриди таваҷҷуҳ қарор дод. Масалан, вилояти Кобул бо доштани 0,07% тамоми Афғонистон, 14,7% аҳолии кулли кишварро ба худ ҷой додааст. Дар сурате ки ин рақам барои Нимрӯз 6,3% тамоми кишвар ва 0,6% аҳолии кулли кишвар аст (ҷадвали 2).

Ҷадвали 2.

Ҷадвали зичии нисбии ҷамъияти сокини Афғонистон дар миқёси вилоятҳои он (дар соли 2012)

Шумора	Зичии нисбии ҷамъият ба километри мураббаъ	Вилоятҳои кишвар	Теъдод
1	Зичии хеле кам аз 5 то 15 нафар дар километри мураббаъ	Нуристон, Фароҳ, Нимрӯз, Ҳилманд	4
2	Зичии кам аз 16 то 45 нафар дар километри мураббаъ	Пактиё, Бадахшон, Баґлон, Самангон, Сарпул, Форёб, Бодғис, Ҳирот, Қандаҳор, Урузгон, Зобул, Ғӯр, Бомиён, Панҷшер ва Дойкундӣ	15
3	Зичии миёна аз 46 то 85 нафар дар километри мураббаъ	Вардак, Ғазнӣ, Пактиё, Тахор, Ҷавзиҷон ва Балх	6
4	Зичии зиёда аз 86 то 125 нафар дар километри мураббаъ	Лугар, Кунарҳо, Лаґмон, Парвон, Қундуз	5
5	Зичии хеле зиёд беш аз 126 нафар дар километри мураббаъ	Кобул, Кописо, Хуст, Нангарҳор	4

Таҳлили ин рақамҳо ба мо имкон медиҳад, ки чӣ гуна ҷойгиршавӣ, мушкилотеро аз назари таъмини таҷҳизоти аввалия ва таъсисот ва ҳазинаҳои ободонӣ барои давлат эҷод мекунанд ва бояд ҳар чӣ зудтар барои ба нақша гирифтан ва тарҳрезии он чора андешида шавад. Тақсими нобаробари аҳолӣ дар кулли кишвар сабаби истифодаи ғайрисамараноки замин ва оби он шудааст, чаро заминҳое, ки бояд ваҷаб ба ваҷаби он мавриди баҳра бардорӣ қарор гирад ба сурати кишт ношуда бокӣ монда ва ба ин тартиб иқтисоди кишварро мавриди зарар қарор додааст.

Адабиёт:

1.Аъзимӣ М. Дар омодагӣ бар ҷуғрофияи табиии Афғонистон. –Кобул, 1391 / 2012. -С. 283 – 285.

2. Аъзимӣ М. Ҷуғрофиёи инсонии Афғонистон. - Кобул, 1391/2012. - С. 87.

ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И РАССЕЛЕНИЯ РАЙОНОВ АФГАНИСТАНА В ФОРМИРОВАНИИ ГОРОДСКИХ И СЕЛЬСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ

Мухаммад Усмон Билим, А. Акбаров

В статье излагаются природно-климатические особенности различных районов Исламской Республики Афганистан, влияющие на характер расселения и формирования сельских и городских поселений. Выявлены 6 характерных природно-климатических районов, определяющих специфики формирования хозяйственно-экономических условий формирования расселения. На основе анализа плотности населения по регионам определены зоны наиболее урбанизирующих и деурбанизирующих районов поселения.

Ключевые слова: климат, природа, гора, Афганистан, расселение, плотность населения, области, место жительства, города, село, дизайн.

NATURAL CLIMATIC FEATURES AND SETTLING OF AFGHANISTAN AREAS IN THE FORMATION OF URBAN AND RURAL SETTLEMENTS

Muhammad Usmon Bilim, A. Akbarov

The article describes the climatic features of various areas of the Islamic Republic of Afghanistan, affecting the character of settlement and the formation of rural and urban settlements. 6 characteristic natural and climatic regions that determine the specifics of the formation of economic conditions for the formation of settlement are identified. Based on the analysis of population density by regions, the zones of the most urbanizing and deurbanizing areas of the settlement are identified.

Key words: climate, nature, mountain, Afghanistan, resettlement, population density, areas, residence, cities, village, design.

Маълумот дар бораи муаллифон:

Муҳаммад Усмон Билим – аспиранти бахши 4 меъмории Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Акбаров А. – доктори меъморӣ, профессори Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

УДК 624.012.8

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ СВОЙСТВ КЛАДОК ЗДАНИЙ ИЗ ГРУНТОМАТЕРИАЛОВ

И.К. Каландарбеков, А.М.Сангинов

Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии АН РТ

В статье приводятся методика отбора образцов грунта в населённых пунктах Айнинского района Республики Таджикистан. На основе экспериментальные исследования определены физико-механические характеристики грунтоматериалов.

Ключевые слова: глиняная смесь, надёжность, глиноматериал, сжатие, изгиб, колебания, предел прочность, традиционная технология, статическая и динамическая нагрузка.

С целю, выявления основной область применения глиноматериалов на территории Республики Таджикистан были проведены экспериментальные исследования. Исследования проводились в различных кишлаках Айнинского района Р. Таджикистан.

В Айнинском районе глиноматериал в основном используется в качестве заполнителя деревянного каркаса (синдж), а в некоторых случаев для железобетонного каркаса в виде сырцового кирпича. Некоторые дома возведены со стенами из сырцового кирпича, а ряд домов построены с глинобитными стенами (рис. 1-3)

Рис. 1. Применение сырцового кирпича в качестве заполнителятрадиционного деревянного каркаса – синдж

Рис. 2. Применение сырцового кирпича в качестве заполнителяжелезобетонного каркаса

Рис. 3. Бескаркасные стены с кладкой из сырцового кирпича

Для выше перечисленного района, был произведён отбор образцов грунта в двух местах для каждой из выбранных кишлаков.

Определение физико-механических характеристик грунтоматериалов было проведено на эталонном кирпиче-сырце размерами 250х120х65 мм. Принятие данного решения было обусловлено положениями существующих нормативных документов, опытом испытания жжёного кирпича в лаборатории Института геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии Академии наук Республики Таджикистан, а также исходя из анализа состояния стен существующих домов, возведённых в населённых пунктах Республики Таджикистан с применением глиноматериалов, и характера поведения их при сильных землетрясениях.

Для формования эталонных кирпичей были изготовлены специальные деревянные формы, позволяющие одновременно формовать опытные образцы сырцового кирпича в количестве 3 шт. Главное внимание при формовании образцов сырцового кирпича было уделено технологии приготовления глиняной смеси. Она представляла собой традиционную технологию приготовления глиняной смеси, предусматривающая выдерживание её во влажном состоянии в течении 0.5 суток, по истечению указанного времени тщательное перемешивание смеси и оставления её ещё на 0.5 суток, по истечении 1 суток использование смеси для формования образцов.

Экспериментальные исследования выполнено в соответствии с ГОСТ 8462-85

Материалы стеновые [1]. Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе при соблюдении основных его положений. В нашем эксперименте испытание производилось на гидравлическом прессе Р-50.

Для определения марки кирпича проводили испытания на изгиб. Предел прочности при изгибе определяли на целом кирпиче по стандартной схеме, а потом на сжатие. Для испытания на изгиб образец устанавливался на двух опорах. Вертикальная нагрузка прикладывалась в середине пролёта и равномерно распределялась по ширине образца. Расчётная схема образца на изгиб представлена на рис. 4. Нагрузка на образец возрастала непрерывно со скоростью, обеспечивающей его разрушение через 30-60 с после начала испытаний (рис. 5).

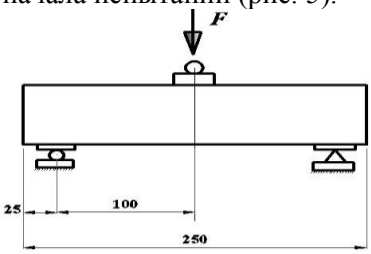


Рис. 4. Расчётная схема испытания кирпича на изгиб

Предел прочности при сжатии кирпича определяли на образцах из двух половинок. Половники кирпича укладывали постелями друг на друга.

Предел прочности при изгибе $R_{ИЗГ}$, МПа, образца вычислялся по формуле

$$R_{ИЗГ} = \frac{3Fl}{2bh^2}, \quad (1)$$

где F- разрушающая нагрузка, установленная при испытании образца, Н; *l* - расстояние между осями опор, см; *b* - ширина образца, см; *h* - высота образца посередине пролёта без выравнивающего слоя, см.

Предел прочности при изгибе образцов в партии вычисляли как среднее арифметическое значение результатов испытаний установленного стандартом количества образцов.

Рис. 5. Испытание образцов кирпича-сырца на изгиб

Предел прочности при сжатии определялся на половинках кирпича, полученных после испытания его на изгиб (рис. 6).

Половинки укладывались постелями друг на друга. Половинки размещались поверхностями раздела в противоположные стороны. Половинки размешали поверхностями раздела в противоположные стороны. Для увеличения контакта половинок между ними укладывался слой цементного раствора [2].

Образец устанавливался в центре плиты пресса, совмещая геометрические оси образца и плиты, и прижимался верхней плитой пресса.

Предел прочности при сжатии, МПа, образца вычисляется по формуле

$$R = F / A \quad (2)$$

где F - разрушающая нагрузка, установленная при испытании образца, Н;

A - площадь поперечного сечения образца, вычисляемая по зоне контакта поверхностей верхней и нижней половинок, см^2.

Рис. 6. Испытание образцов кирпича-сырца на сжатие

Согласно пункту 5.10 [3] применение кладки из сырцового кирпича разрешается, то при анализе и определении возможной области применения испытанных образцов глиноматериала руководствовались этим положением нормативного документа. Полученные результаты испытания глиноматериалов были сгруппированы по прочности на сжатие:

1г. < 1 МПа; 2г. ≤ 0.7 МПа ≤ 1 МПа; 3г. ≤ 0.5 МПа ≤ 0.7 МПа;

4г. ≥ 0.4 МПа;

При назначении возможного метода применения испытанного грунтоматериала для конкретных населённых пунктов были учтены сейсмические условия участков и конструктивные решения с применением местных строительных материалов доступных для населения и обеспечивающих сейсмобезопасность дома.

Таким образом, по результатам проведённых экспериментов и анализа опыта строительства домов в сельских населённых пунктах Айнинского района Республики Таджикистан принято условное разделение

конструктивных решений и методов по возведению стен с применением глиноматериалов.

С целью исследования прочностных характеристик глиноматериала в 18 кишлаках Айнинского района были отобраны образцы грунта [4]. В табл. 1 приведены результаты испытаний глиноматериалов. Исходя из показатели сопротивление грунтоматериала на сжатие, всех кишлаков как было выше сказано условно делили на IV группы. В первой группе входят кишлаков Мадм, Вашан, Куруд, Вешканд, Фатмев у которых расчётное сопротивление образцов грунтоматериалов сжатию колеблется в пределах от 1.12/0.8 до 1.35/1.28 (1.15/0.8; 1.12/1.0; 1.2/1.23; 1.25/1.25; 1.35/1.28) МПа. Во второй группе входят кишлаков Зеробод, Кум, Томин, Хайробод - расчётное сопротивление на сжатие – от 0.7/0.65 до 095/0.85 (0.9/0.71; 0.85/0.65; 0.7/0.72; 0.85/0.85) МПа. Третья группа - кишлаков Путхин, Сайрон, Туда, Искодар - от 0.52/0.52 до 0.6/0.67 (0.53/0.6; 0.52/0.52; 0.6/0.64; 0.57/0.67) МПа. Четвёртая группа - Вешаб, Шавкати боло, Джик, Варзи Манор - от 0.17/0.17 до 0.3/0.36 (0.26/0.3; 0.25/0.27; 0.3/0.36; 0.17/0.17) МПа. В скобках в числителе показаны образцы грунта из территории кишлаков, а в знаменателе – из карьеры. . Для примера приведём из первой группы - кишлак Мадм. Сейсмичность населённого пункта - кишлак Мадм - 8 баллов по шкале МСК. В табл. 1 приведены образцы грунта и грунтоматериалов из первой группы - кишлак Мадм.

По результатам испытаний стало известно, что в данном населённом пункте грунт с территории кишлака Мадм красного цвета имеет более низкие прочностные свойства по сравнению с двумя другими типами грунтов, из которых грунт с территории кишлака предпочтительнее для применения.

Таблица 1

Прочностные показатели глиноматериалов первой группы

№ образца	Объемный вес образца (г/см^3)	Сопротивление на изгиб (МПа)	Сопротивление на сжатие (МПа)	Объемный вес грунтоматериала (г/см^3)	Расчетное сопротивление на изгиб (МПа)	Расчетное сопротивление на сжатие (МПа)
1	1.85/2.11	0.295/0.381	0.953/0.80	1.81/2.14	0.40/0.50	0.115/0.80
2	1.79/2.10	0.501/0.511	0.12/0.108			
3	1.79/2.22	0.443/0.544	0.117/0.70			

В табл. 2 представлены результаты испытаний образцы грунта и грунтоматериалов для 2 – ой группы населённого пункта Зеробод. Сейсмичность населённого пункта - кишлак Зеробод - 8 баллов по шкале МСК-64.

Таблица 2

Прочностные показатели глиноматериалов второй группы

№ образца	Объемный вес образца (г/см^3)	Сопротивление на изгиб (МПа)	Сопротивление на сжатие (МПа)	Объемный вес грунтоматериала (г/см^3)	Расчетное сопротивление на изгиб (МПа)	Расчетное сопротивление на сжатие (МПа)
1	2.05/2.13	0.954/0.073	1,098/0.72	1.93/2.10	0.7/0.3	0.95/0.71
2	1.90/2.13	0.676/0.369	0.863/0.51			
3	1.85/2.05	0.517/0.295	0.965/0.84			

В соответствии с результатом испытаний в данном населённом пункте грунт с территории кишлака Зеробод имеет более высокие прочностные свойства и предпочтительнее для применения.

В табл. 3 представлены результаты испытаний образцы грунта и грунтоматериалов для 3–ой группы населённого пункта - Искодар. Сейсмичность населённого пункта - кишлак Искодар - 8 баллов по шкале МСК-64.

Таблица 3

Прочностные показатели глиноматериалов третьей группы

№ образца	Объемный вес образца (г/см^3)	Сопротивление на изгиб (МПа)	Сопротивление на сжатие (МПа)	Объемный вес грунтоматериала (г/см^3)	Расчетное сопротивление на изгиб (МПа)	Расчетное сопр.насжатие (МПа)
1	2.21/2.07	0.607/0.582	0.521/0.54	2.08/2.12	0.45/0.52	0.57/0.67
2	2.04/2.16	0.443/0.520	0.873/0.69			
3	2.0/2.14	0.443/0.457	0.571/0.70			

Как видно из таблицы 3 в данном населённом пункте грунт с карьера кишлака Искодар имеет более высокие прочностные свойства и предпочтительнее для применения.

В табл. 4 представлены результаты испытаний образцы грунта и грунтоматериалов для 4–ой группы населённого пункта – Варзи Манор. Сейсмичность населённого пункта - кишлак Варзи Манор - 8 баллов по шкале МСК-64.

Таблица 4.

- Прочностные показатели глиноматериалов четвёртой группы

№ образца	Объемный вес образца (г/см^3)	Сопротивление на изгиб (МПа)	Сопротивление на сжатие (МПа)	Объемный вес грунтоматериала (г/см^3)	Расчетное сопротивление на изгиб (МПа)	Расчетное сопротивление на сжатие (МПа)
1	2,03/1,98	0,228/0,610	0,162/0,17	2,12/2,0	0,25/0,55	0,17/0,17
2	2,17/2,01	0,260/0,559	0,178/0,22			
3	2,16/2,01	0,250/0,533	0,179/0,17			

Как показывают результаты испытаний представленной в таблице 4 в населённом пункте - Варзи Манор оба типа грунтов имеют близкие по показателям прочностные свойства.

Выводы :

1. Анализ результатов обследования состояния жилых домов, возведённых в сельской местности с применением глиноматериалов, показывают, что проектирование и строительство в населённых пунктах должно вестись с учётом требования нормативных документов обеспечивающих их сейсмостойкость.

2. Экспериментальным путём получение прочностные характеристики грунтоматериалов следует использовать только для сырцового кирпича размерам 250х120х65мм и не могут быть распространены на других типоразмеров.

Литература:

1.ГОСТ 8462-85. Материалы стеновые. Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе. – М.: Издательство стандартов, 1985. - 8с.

2. ГОСТ 5802-86. Растворы строительные. Методы испытаний.– М.:Издательство стандартов, 1986. -16с.

3.МКС ЧТ 22-07-2007 Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования. Душанбе, 2007. - 85с.

4.Научно-технический отчет «Разработка методов усиления кирпичных, глинобитных и каменных зданий поврежденных в результате землетрясений и просадки оснований». - Душанбе 2010. - 226с.

ТАДҚИҚОТИ ХУСУСИЯТҲОИ КОНСТРУКТИВИИ МАСОЛЕХИ ГИЛИН

И.К Каландарбеков, А.М. Сангинов

Дар мақолаи мазкур методикаи интихоби гилҳо аз деҳаҳои ноҳияи Айнии Ҷумҳурии Тоҷикистон оварда шудааст. Дар асоси таҳқиқоти эксприментал̄ хусусиятҳои физикию механикии масолеҳи гилин муайян кардашудааст.

Калимаҳои калид̄ : омехтаи гил, эътимод, маводи гил̄, фишурдашав̄, қатшав̄, лаппиш, мустаҳкамии ҳудуд̄, технологияи анъанав̄, қувваи статик̄ ва динмики.

STUDY OF CONSTRUCTIVE PROPERTIES OF WALLS OF BUILDINGS FROM GROUND MATERIALS

I.K.Kalandarbekov, A.M. Sanginov

The article presents the method of sampling soil in the settlements of the Aini district of the Republic of Tajikistan. Based on experimental studies, the physicomechanical characteristics of the soil materials were determined.

Key words: clay mixture, reliability, clay material, compression, bending, vibrations, ultimate strength, traditional technology, static and dynamic load.

Сведение об авторах:

Каландарбеков Имомёрбек Каландарбекович – д.т.н., доцент, академик Инженерной Академии Республики Таджикистан, главный научный сотрудник Института геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии АН Республики Таджикистан. kalandarbekov-55@mail.ru

Сангинов Абдусамад Мирвафоевич - научный сотрудник лаборатории «Сейсмостойкость зданий и сооружений», Института геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии АН РТ samad80@mail.ru

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

В научно-теоретическом журнале Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования. Таджикского технического университета («Паёми политехникӣ. Бахши Таҳқиқотҳои муҳандисӣ.») публикуются научные сообщения по следующим направлениям: энергетика, строительство и архитектура, транспорт, химическая технология и металлургия.

1. Статья, представленная в редколлегию, должна иметь экспертное заключение о возможности опубликования в открытой печати от учреждения, в котором выполнена данная работа, а также рецензию специалиста в данной области науки.

2. Редколлегия принимает статьи, подготовленные в системе Word**,** тщательно отредактированные и распечатанные в 2-х экземплярах через 1,5 интервала (размер шрифта кегль 14 Times New Roman), на белой бумаге формата А4 (297х210 мм), поля: левое - 30 мм; правое – 20 мм; верхнее – 30 мм; нижнее – 25 мм). Одновременно текст статьи представляется в электронном виде или присылается по электронной почте: fariduny@mail.ru, nisttu@mail.ru. или markaziittilootvanashr@mail.ru.

3. Размер статьи не должен превышать 10 страниц компьютерного текста включая текст, иллюстрации (графики, рисунки, диаграммы, фотографии) (не более 4), список литературы (не более 15), тексты резюме на таджикском и английском языках (не более 100 слов). Каждый рисунок должен иметь номер и подпись. Таблицы располагаются непосредственно в тексте статьи. Каждая таблица должна иметь номер и заголовок. Повторение одних и тех же данных в тексте, таблицах и рисунках не допускается. В тексте необходимо дать ссылки на все приводимые таблицы, рисунки и фотографии. В цифровом тексте десятичные знаки выделяются точкой.

4. В правом углу статьи указывается научный раздел, в котором следует поместить статью. Далее в центре следующей строки - инициалы и фамилия автора, ниже – полное название статьи (шрифт жирный, буквы прописные), краткая (5-7 строк) аннотация (курсив), ключевые слова. Сразу после текста статьи приводится список использованной литературы и указывается название учреждения, в котором выполнялось данное исследование. Затем приводится аннотация на таджикском (редактор Times New Roman Tj), русском и английском языках.

5. Формулы, символы и буквенные обозначения величин должны быть набраны в редакторе формул Microsoft Equation (шрифт 12). Нумеруются лишь те формулы, на которые имеются ссылки.

6. Статья завершается сведениями об авторах: ф.и.о. (полностью), ученая степень, ученое звание, место работы (полностью), должность, контактная информация.

7. Цитируемая литература приводится под заголовком «Литература» в конце статьи. Все ссылки даются на языке оригинала и нумеруются. Цитируемая литература должна иметь сквозную нумерацию в порядке упоминания работ в тексте. Ссылки на литературу в тексте должны быть заключены в квадратные скобки. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

8. Электронная версия опубликованной статьи размещается в сайте ТТУ и в системе Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

9. Редакция оставляет за собой право производить редакционные изменения, не искажающие основное содержание статьи. В случае отказа в публикации статьи редакция направляет автору мотивированный отказ.

10. Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

P O L Y T E C H N I C BULLETIN

1(45)
2019

SERIES: ENGINEERING STUDIES

Published since January 2008

SCIENTIFIC - TECHNICAL JOURNAL ISSN 2520-2227

Founder and publisher:
Tajik Technical University named after academician M. Osimi (TTU named after acad.M.Osimi)

Scientific directions of periodical edition:
— 5.14.00 Energy *
— 5.16.00 Metallurgy and Materials*
— 5.17.00 Chemical technology
— 5.22.00 Transport*
— 05.23.00 Construction and Architecture *

The certificate of registration of organizations that have the right to print in the Ministry of Culture under number 0261 / JR from January 18, 2017.

Frequency of edition - quarterly.
Subscription index in the catalogue "Tajik Post"-**77762**
Договор с Научно-электронной
Journal included in the Russian scientific citation index
https://elibrary.ru/title_about.asp?id=62828
Договор -08/09-1 о включении жура в Российский индекс научногцитирования
A full-text version of the journal is located at the site http://vp-es.ttu.tj/

Editorial address:
734042, Dushanbe,
10A, acad. Rajabovs ave.
Tel .: (+992 37) 227-04-67
Fax: (+992 37) 221-71-35
E-mail: nisttu@mail.ru

EDITORIAL TEAM:

H.O. ODINAZODA
Corresponding member of Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan, Doctor of Technical Sciences, Professor - Chief Editor
M.A. ABDULLOEV
Candidate of technical sciences, Associate Professor, Deputy Chief Editor
A.D. RAKHMONOV
Candidate of technical sciences, Associate Professor, Deputy Chief Editor
A.B. BADALOV
Doctor of Chemistry, Professor
I.N. GANIEV
academician of AS RT, Doctor of Chemistry, Professor
A.G. GIYASOV
Doctor of Technical Sciences, Professor
R.A. DAVLATSHOEV
Candidate of technical sciences, Associate Professor
T.J. JURAEV
Doctor of Technical Sciences, Professor
V.S. IVASHKO
Doctor of Technical Sciences, Professor (Republic of Belarus)
L.S. KASOBOV
Candidate of technical sciences, Associate Professor
T.I. MATKERIMOV
Doctor of Technical Sciences, Professor (Kyrgyz Republic)
R.S. MUKIMOV
Doctor of Architecture, Professor
D.N. NIZOMOV
Corr. member of AS RT, Doctor of Technical Sciences, Professor
F.I. PANTELEENKO
Doctor of Technical Sciences, Professor (Republic of Belarus)
A.I.SIDOROV
Doctor of Technical Sciences, Professor (Russian Federation)
V.V. SILYANOV
Doctor of Technical Sciences, Professor (Russian Federation)
A.G. FISHOV
Doctor of Technical Sciences, Professor (Russian Federation)
M.M. KHAQDOD
Corr. member of AS RT, Doctor of Technical Sciences, Professor
A.SH. SHARIFOV
Doctor of Technical Sciences, Professor
D.H. SAIDOV,
Doctor of Technical Sciences, Professor
A. AKBAROV,
Doctor of Architecture, Professor
A. RUZIEV,
Candidate of technical sciences
M.Yu. YUNUSOV,
Candidate of technical sciences

**** Журнал с 30 мая 2018 года включен в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК РТ.***

Муҳаррири матни русӣ: **М.М. Якубова**
Муҳаррири матни тоҷикӣ: **Ф.М. Юнусов**
Ороиши компютерӣ ва тарроҳӣ: **Аҳдияи Саид**

Редактор русского текста: **М.М. Якубова**
Редактор таджикского текста: **Ф.М. Юнусов**
Компьютерный дизайн и верстка: **Аҳдияи Саид**

Нишонӣ: ш. Душанбе, хиёбони акад. Рачабовҳо, 10^{А}
Адрес: г. Душанбе, проспект акад. Раджабовых, 10^{А}

Ба матбаа 20.03.2019 супорида шуд. Ба чоп 26.03.2019 имзо шуд.
Чопи офсетӣ. Коғази офсет. Андозаи 60х84 1/8
Адади нашр 200 нусха.

Матбааи Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ
ш. Душанбе, кӯчаи акад. Рачабовҳо, 10^{А}