ISSN 2520-2227

ПАЁМИ ПОЛИТЕХНИКӢ

Бахши Таҳқиқотҳои муҳандисӣ

1 (41) 2018

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК
Серия: Инженерные исследования

POLYTECHNIC BULLETIN
Series: Engineering studies

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК

СЕРИЯ: ИНЖЕНЕРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

1(41)
2018
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:
- 05.14.00 Энергетика*;
- 05.16.00 Металлургия и материаловедение*;
- 05.17.00 Химическая технология;
- 05.22.00 Транспорт*;
- 05.23.00 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

***Указанные направления журнала с 18 октября 2017 года включены в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК РФ.**

МУНДАРИҶА

ЭНЕРГЕТИКА

Р.А. Азимов, У.М. Ахмедов, М.М. Ҷаборов. Навкунии ҳаракатдиҳандаи электрикии асосии дастгоҳи чорранғаи полиграфӣ..... **6**
М.М. Ҷаборов, Ш.М. Султонов, М.И. Сафаров. Таҳлили росткунаки ҳалқагӣ..... **13**
Ш.Ҷ. Ҷӯраев, Ш.М. Султонов. Таъмини сифати энергияи электрикӣ дар системаҳои энергетикии дорои бори ғайрихаттӣ..... **20**
А.Қ. Қирғизов, З.С. Ғаниев. Таъсири муҳит ба муайян намудани захираҳои манбаъҳои барқароршавандаи энергия..... **33**
С.Ш. Таваров, Г.Х. Мачидов, О.А. Мираков. Амсилабардории тақсимоти шадидияти майдони электрикӣ дар дарозии ХИҶЭ-и шиддати 500кВ бо назардошти маҳалли релефаш мураккаб..... **45**
И.М. Хошмухамедов, О.В. Косарева-Володко, Ш.З. Наҷмудинов, М.С. Холиқов Модели боэътимодии васлаки ҷараёнаш доимӣ бо назардошти хосиятҳои таркибҳо (ҷузъҳо)-и он..... **53**
Ф.Х. Худоёрбеков, А.Д. Купчинов, Ю.В. Монаков. Тадқиқоти таҷрибавии кори мошинаҳои асинхронии дутарафа ҳангоми расиши кӯтоҳи симметрӣ..... **66**
Г.В. Шведов, С.Р. Чоршанбиев, Х.Б. Назиров. Таҳлили сохтории талафоти нерӯи барқ дар шабакаҳои барқии 35-500 кВ Ҷумҳурии Тоҷикистон..... **73**

МЕТАЛЛУРГИЯ ВА МАСОЛЕҲШИНОСӢ

Ҷ.Н. Алиев, И.Н. Ғаниев, З.Ф. Нарзуллоев. Таъсири иловаи оҳан ва никел ба сахтии хӯлаҳои Zn5AI ва Zn55AI..... **85**
Т.Ҷ. Ҷӯраев, Ф.К. Раҳимов, Э.Р. Газизова. Таҳқиқоти буриши квазибинарии $YbAl_2$-$SrAl_4$ **91**
И.Н. Ғаниев, Б.Б Эшов, С.С. Гулов, Ҷ.Т. Ашурматов. Тадқиқоти потенсидинамики хӯлаи АК9М2-и бо иловаи скандий ҷавҳаронидашуда..... **96**
И.Р. Исмоилов, Ш.А. Ахмедов, Ҳ.А. Зоиров, А.Б. Бадалов. Модели математикии қонуниятҳои тағйирёбии ҳарорати гудозиши интерметаллидҳои системаҳои магний-лантаноидҳои аз магний бой..... **104**
Н.Б. Одинаева, И.Н. Ғаниев, З.Р. Обидов, Ф.Р. Сафарова. Оксидшавии баландҳароратии хӯлаи Zn+0,5% Al, ки бо таллий дар ҳолати сахт ҷавҳаронида шудааст..... **113**
Ф.К. Хоҷаев, Т.Ҷ. Ҷӯраев, Э.Р. Газизова, И.Ш. Муслимов. Пешгӯии ҳосилшавии фазаҳои гуногун дар системаҳои сурб бо элементҳои дигари системаи даврӣ (СД)..... **119**

НАҚЛИЁТ

М.А. Абдуллоев, Р.А. Давлатшоев, Д. Садуллобеков. Таъсири фишори ҳавои атмосферӣ ба тавоноии муҳаррики дизелӣ..... **134**
С.С. Акрамов. Оид ба масъалаи фаъолияти ташаккул ва рушди ширкатҳои нақлиётӣ-экспедитсионӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон..... **138**
Д.С. Ғафуров, С.Ш. Миррахматов, А.К. Шералиев. Усули муайянкунии теъдоди талаботии воситаҳои хизматрасонии техникии киштиҳои ҳавоӣ..... **146**
У.Ҷ. Ҷалилов, Ф.М. Юнусов. Таҳқиқи омилҳои ба ташаккули эҳтиёҷоти аҳолии деҳоти Ҷумҳурии Тоҷикистон нисбати хизматрасониҳои нақлиёти мусофирбар таъсиркунанда..... **150**
М.И. Исмоилов. Масъалаи рушди нақлиёти мусофирбари ҷамъиятии истифодаи умум дар вилояти Хатлон..... **166**
С. Мавлонов, Н.Б.Сахибов. Хусусиятҳои идоракунии қатораҳо дар қитъаи роҳи оҳани Душанбе – Кӯлоб..... **176**
Б.Ж. Мажитов, М.Ю. Юнусов, Н.Б. Сахибов, С. Ҳомидҷонов. Идоракунии самараноки раванди истифодабарии техникии автомобил бо роҳи ояндабинии харочоти қисмҳои эҳтиётӣ..... **182**
А.А. Рачабов, А. Рачабов. Мукаммалгардонии бозори хизматрасонии нақлиётӣ маҳаки асосии рушди устувори маҳали деҳоти Тоҷикистон..... **192**
А.С. Фохаков, А.А. Каримов. Хусусияти хос ва мушкилоти баланд бардоштани самаранокии системаи технологӣ-нақлиётии хизматрасонии минтақаҳои кӯҳсори Тоҷикистон..... **198**
М.Ю. Юнусов, Б.Ж. Мажитов, Н.Б. Сахибов. Таъсири нақлиёти автомобилӣ ба муҳити экологии шаҳри Душанбе..... **208**

СОХТМОН ВА МЕЪМОРӢ

С.Р. Муқимова, Ҷ.Ш. Ғанизода. Асосҳои ташаккули биноҳои ҷамъиятӣ ва мазҳабӣ..... **217**
Муҳиддиниён Пӯлод Муҳиддин, С.М. Назаров, А.З. Иброҳимов. Тадқиқоти физикӣ-кимиёвии равиши сӯзонидани заррачаҳои ангишт ва чӯб..... **226**
Р. Наҷибуллоҳ, А.Д. Раҳмонов. Тадқиқоти санҷиши анкерҳо бо меъёри фаронсавӣ вобаста аз тарангшавии анкерҳо..... **232**
О.Р. Нуманов. Ҳисоби нишондоди техникию иқтисодии ҷилдҳо..... **242**
А. Рӯзиев. Ҳолати шиддатӣ-деформатсиявии қабати лёсси сероб ҳангоми таъсири таркиш..... **253**
М.А. Сулейманова, Д.Ҳ. Худойқулов. Таҳлили вайроншавии пуштаи хокии роҳҳои оҳан аз таъсири қувваи зилзила..... **260**
С.Р. Ҳаитова. Хусусиятҳои таърихӣ ва иҷтимоию иқтисодии талаботи ташаккулёбии меъморӣ..... **266**
Н.М. Ҳасанов, М.А. Сулейманова, А.О. Яқубов. Устувории нақби гидротехникии НБО-и Норак ҳангоми таъсири қуввaҳои зилзилавӣ..... **275**
С.М. Назаров, А.А. Сулейманов, Муҳиддиниён Пӯлод Муҳиддин, А.З. Ибрагимов, Р.С. Назаров. Низоми гармкунии обӣ бо фишори баланди даврзанандагии табиӣ..... **283**
Ф.Х. Насруллоев, Х.Б. Бобоев, Ҳ.Ш. Гулаҳмадов, М.М. Сафаров. Партовҳои МБГ – 2-и шаҳри Душанбе – ашёи хом барои истеҳсоли масолеҳи сохтмонӣ..... **290**

СОДЕРЖАНИЕ

ЭНЕРГЕТИКА

Р.А. Азимов, У.М. Ахмедов, М.М. Джаборов. Модернизация главного электропривода 4-х красочной полиграфической машины…… **6**

М.М. Джаборов, Ш.М. Султонов, М.И. Сафаров. Кольцевые схемы для выпрямителей повышенной мощности…… **13**

Ш.Дж. Джураев, Ш.М. Султонов. Обеспечение качества электрической энергии в энергосистемах, содержащих нелинейную нагрузку…….. **20**

А.К. Киргизов, З.С. Ганиев, Р.А. Джалилов. Влияние местности на определение потенциала возобновляемых источников энергии……. **33**

С.Ш. Таваров, Г.Х. Маджидов, О.А. Мираков. Моделирование распределения напряженности электрического поля вдоль ВЛЭП напряжением 500 кВ с учетом сложности рельефа местности…… **45**

И.М. Хошмухамедов, О.В. Косарева-Володко, Ш.З. Нажмудинов, М.С. Холиков. Модель надежности контактора постоянного тока с учетом свойств его структуры……..... **53**

Ф.Х. Худоёрбеков, А.Д. Купчинов, Ю.В. Монаков. Экспериментальное исследование работы асинхронных машин двойного питания при симметричных коротких замыканиях……. **66**

Г.В. Шведов, С.Р. Чоршанбиев, Х.Б. Назиров. Структурный анализ потерь электроэнергии в электрических сетях 35-500 кВ Республики Таджикистан…….. **73**

МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Дж.Н. Алиев, И.Н. Ганиев, З.Ф. Нарзуллоев. Влияние добавок железа и никеля на твердость сплавов Zn5AI и Zn55AI……... **85**

Т.Д. Джураев, Ф.К. Рахимов, Э.Р. Газизова. Исследование квазибинарного разреза $YbAl_2$-$SrAl_4$..... **91**

И.Н. Ганиев, Б.Б Эшов, С.С. Гулов, Дж.Т. Ашурматов. Потенциодинамическое исследование сплава АК9М2, легированного скандием…… **96**

И.Р. Исмоилов, Ш.А. Ахмедов, Х.А. Зоиров, А.Б. Бадалов. Моделирование закономерности изменения температуры плавления интерметаллидов систем магний – лантаноиды, богатых магнием…… **104**

Н.Б. Одинаева, И.Н. Ганиев, З.Р. Обидов, Ф.Р. Сафарова. Высокотемпературное окисление сплава Zn+0.5% Al, легированного таллием, в твердом состоянии……. **113**

Ф.К. Ходжаев, Т.Дж. Джураев, Э.Р. Газизова, И.Ш. Муслимов. Прогноз образования промежуточных фаз в системах свинца с другими элементами периодической таблицы (ПТ)…… **119**

ТРАНСПОРТ

М.А. Абдуллоев, Р.А. Давлатшоев, Д. Садуллобеков. Влияние атмосферного давления на мощность дизельного двигателя……... **134**

С.С. Акрамов. К вопросу становления и развития транспортно-экспедиционной деятельности в Республике Таджикистан……. **138**

Д.С. Гафуров, С.Ш. Миррахматов, А.К. Шералиев. Метод определения потребного количества средств технического обслуживания воздушных судов…… **146**

У.Д. Джалилов, Ф.М. Юнусов. Исследование факторов, влияющих на формирование потребности сельского населения Республики Таджикистан в услугах пассажирского автомобильного транспорта…… **150**

М.И. Исмоилов. К вопросу развития общественного пассажирского автомобильного транспорта в Хатлонской области…….. **166**

С. Мавлонов, Н.Б. Сахибов. Особенности управления поезда на тяговом плече Душанбе-Куляб…… **176**

Б.Ж. Мажитов, М.Ю. Юнусов, Н.Б. Сахибов, С. Хамиджонов. Рациональное управление процессом технической эксплуатации автомобиля путем прогнозирования затрат на запасные части…… **182**

А.А. Раджабов, А. Раджабов. Совершенствование рынка транспортных услуг как критерий устойчивого развития сельских территорий Таджикистана..... **192**

А.С. Фохаков, А.А. Каримов. Особенности и проблемы повышения эффективности транспортно-технологической системы обслуживания горных регионов Таджикистана …….... **198**

М.Ю. Юнусов, Б.Ж. Мажитов, Н.Б. Сахибов. Влияние автомобильного транспорта на экологическую обстановку города Душанбе…… **208**

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

С.Р. Мукимова, Дж.Ш. Ганизода. Основы формирования общественных и культовых зданий……. **217**

Мухиддиниён Пулод Мухиддин, С.М. Назаров, А.З. Иброхимов. Исследование физико-химического процесса горения угольной и древесной частицы……. **226**

Р. Наджибуллох, А.Д. Рахмонов. Испытания анкеров по французским нормам fip и натяжение анкеров……. **232**

О.Р. Нуманов. Расчет технико-экономических показателей пологих оболочек……. **242**

А.Р. Рузиев. Напряженно-деформированное состояние водонасыщенной лёссовой толщи при взрывных воздействиях. **253**

М.А. Сулейманова, Д.Х. Худойкулов. Анализ повреждений земляного полотна железных дорог при воздействии сейсмических усилий……... **260**

С.Р. Хаитова. Особенности исторических и социально -экономических условий формирования архитектуры……. **266**

Н.М. Хасанов, М.А. Сулейманова, А.О. Якубов. Устойчивость гидротехнической тоннели Нурекской ГЭС при сейсмическом воздействии……. **275**

С.М. Назаров, А.А. Сулейманов, Мухиддиниён Пулод Мухиддин, А.З. Ибрагимов, Р.С. Назаров. Система водяного отопления, повышенного естественного циркуляционного давления……... **283**

Ф.Х. Насруллоев, Х.Б. Бобоев, Х.Ш. Гулахмадов, М.М. Сафаров. Отходы Душанбинской ТЭЦ-2 – сырье для производства стройматериалов…….. **290**

CONTENS

ENERGY

R.A. Azimov, U.M. Akhmedov, M.M. Jaborov. Modernidernization of the main electric drive 4th colorful printing car…….. **6**

M.M. Jaborov, Sh.M. Sultonov, M.I. Safarov. Ring diagrams for rectifiers of the increased power…… **13**

Sh.D. Juraev, Sh.M. Sultonov. Enhancement power quality in the electric power systems containing nonlinear loads..... **20**

A.K. Kirgizov, Z.S. Ganiev. Influence of target to the determination of the potential of renewable sources of energy… **33**

S.Sh. Tavarov, G. Kh. Madjidov, O.A. Mirakov. Modelling of distribution of electric field strength along VLEP of 500 kV taking into account complexity of the land relief……. **45**

I.M. Hoshmukhamedov, O.V. Kosareva-Volodko, Sh.Z. Nachmudinov, M.S. Holikov. Reliability model contactor power with regard to properties of its structure…… ……..……..... **53**

F.Kh. Khudoyorbekov, A.D. Kupchinov, Y.V. Monakov. Experimental researches of the doubel fed asynchronous machine at symmetrical short circuit…… **66**

G.V. Shvedov, S.R. Chorshanbiev, Kh.B. Nazirov. Structural analysis of the power losses in 35-500 kV electrical networks - Republic of Tajikistan…….. **73**

METALLURGY AND MATERIALS ENGINEERING

J.N Aliyev, I.N. Ganiev, Z.F. Narzulloev. Influence of iron and nickel additives on hardness of alloys Zn5AI and ZN55AI..... **85**

T.D. Juraev, F.K. Rakhimov, E.R. Gazizova. Investigation of the quasibinar section of YbAl2-SrAl4…… **91**

I.N. Ganiev, B.B. Eshov, S.S. Gulov, J.T. Achyrmatov. The influence on scandium on kihetik of oxydation of the hard alloy AK9M2…….. **96**

I.R. Ismoilov, Sh.A. Akhmedov, Kh.A. Zoirov, A.B. Badalov. Modeling the patterns of change the melting temperature of the intermetallic systems magnesium – lanthanide rich in magnesium…… **104**

N.B. Odinaeva, I.N. Ganiev, Z.R. Obidov, F.R. Safarova. High-temperature oxidation of Zn+0.5% Al alloy, doped with thallium, in the firm condition……. **113**

F.K. Khodzhaev, T.D. Juraev, E.R. Gazizova, I.Sh. Muslimov. Forecast of education of intermediate phases in lead systems with other elements of the periodical table (PT)…….. **119**

TRANSPORTATION

M.A. Abdulloev, R.A. Davlatshoev, D. Sadullobekov. The influence of atmospheric pressure on power of the dior-engine..... **134**

S.S. Akramov. To the problem of development and development of transportation and forwarding activities in the Republic of Tajikistan..... **138**

D.S. Gafurov, S.Sh. Mirrakhmatov, A.K. Sheraliev. Method for determining the need of amount of aircraft service maintenance…… **146**

U.D. Jalilov, F.M. Yunusov. Investigation of the factors influencing the formation of the needs of the rural population of the Republic of Tajikistan in the services of passenger motor…….. **150**

M.I. To the question of development of public passenger automobile transport in khatlon region..... **166**

C. Mavlonov, N.B. Sahibov. Features of train control on traction shoulder Dushanbe-Kulyab..... **176**

B.J. Majitov, M.Y. Yunusov, N.B. Sahibov, S. Hamidjonov. Operation of the vehicle by forecasting spare parts cost.. **182**

A.A. Radzhabov, A. Radzhabov. Improvement of the market of transport services as criterion of sustainable development of rural territories of Tajikistan...... **192**

A.S. Fokhakov, A.A. Karimov. Features and problems of improving the efficiency of the transportation and technological system of maintenance of mountain regions of Tajikistan…….. **198**

M.Y. Yunusov, B.J. Majitov, N.B. Sahibov. Impact of road transport on the environment of the city of Dushanbe… **208**

CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

S.R. Mukimova, J.Sh. Ganizoda. Fundamentals of public and religious buildings…… **217**

Muhiddiyeni Pulod Muhiddin, S.M. Nazarov, A.Z. Ibragimov. Investigation of the physico-chemical process of combustion of a coal and wood particles..... **226**

R. Najibullohi, A.D. Rakhmonov. Tests of anchors by french norms fip and tension of anchors institute of geology, earthquake engineeringand seismology of the academy of sciences of the Republic of Tajikistan……. **232**

R. Numanov. Calculation of techno-economic indicators shelter shells…….. **242**

A. Ruziev. Tensional - deformed state of water-saturated of loess coat on explosing influence…….. **253**

M.A. Suleymanova, D.Kh. Khudoykulov. Analysis of damage to the earth crack of railways under the impact of seismic efforts……. **260**

S.R. Haitova. Features of historical and social-economic conditions of formation of architecture…….. **266**

N.M. Khasanov, M.A. Suleymanov, A.O. Yakubov. Resistance of hydraulic tunnel of the Nurek hydropower plant under seismic loads…… **275**

S.M. Nazarov, A.A. Suleimanov, Muhiddinien Pulod Muhiddin, A.Z. Ibragimov, R.S. Nazarov. Water heating system with increased natural circulation pressure……. **283**

F.X. Nasrulloev, H.B. Boboev, H.Sh. Gulahmadov, M.M. Safarov. Waste of the hep Dushanbe-2 – raw for the production of building materials..... **290**

МОДЕРНИЗАЦИЯ ГЛАВНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА 4-Х КРАСОЧНОЙ ПОЛИГРАФИЧЕСКОЙ МАШИНЫ

Р.А. Азимов, У.М. Ахмедов, М.М. Джаборов

(Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими)

Проведены исследование и модернизация существующей системы электропривода 4-х красочной полиграфической машины Солна 425 плюс. Электропривод с электродвигателем Шраге-Рихтера заменяется частотно-регулируемым приводом с короткозамкнутым асинхронным двигателем. Настроечные параметры пропорционально-интегрального регулятора преобразователя частоты получены путем синтеза линеаризованной структуры асинхронного двигателя, проверены на математической модели и на реальной установке.

Ключевые слова: *электропривод, электродвигатель Шраге-Рихтера, частотный преобразователь, математическая модель.*

На 4х красочной полиграфической печатной машине использовался трехфазный коллекторный электродвигатель переменного тока (двигатель Шраге), принципиальная схема и механические характеристики которого приведены на рисунке 1. Особенности такого двигателя – наличие на роторе двух обмоток: W1 – 3 - фазная обмотка как в АД с фазным ротором и Wp – обмотка как в якоре двигателя постоянного тока, присоединенная к коллектору. На статоре расположена обмотка Wc, подключенная к щеткам А и В. Регулирование скорости осуществляется за счет перемещения щеток А и В (в противоположных направлениях) серводвигателем. Достоинства таких двигателей – широкий диапазон регулирования до 15:1 и простота управления [1]. Недостаток такого электродвигателя – большие габариты, вес, малая надежность при эксплуатации, а также снижение жесткости и критического момента на низких диапазонах скорости.

Указанных недостатков лишена система ЭП преобразователь частоты – асинхронный короткозамкнутый двигатель. В качестве преобразователя частоты используется преобразователь компании Дельта Электроникс со

скалярным управлением. Двигатель Шраге заменен асинхронным двигателем серии 4А132S4У3 номинальной мощности 7,5 кВт, синхронная скорость 1500 об/мин [4].

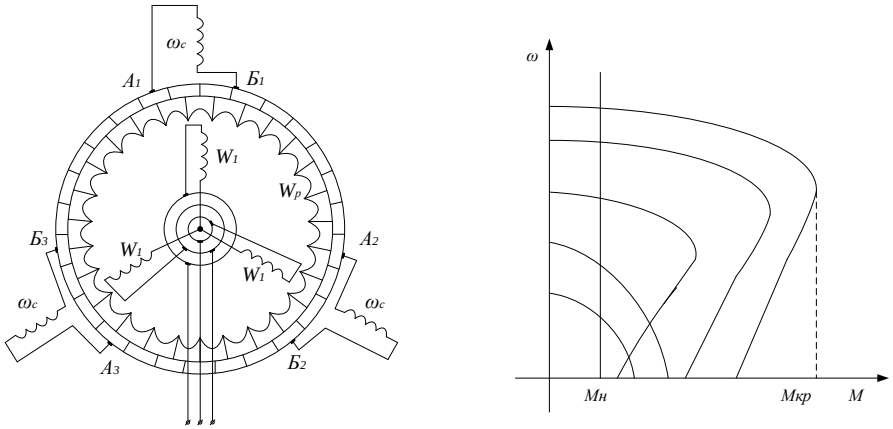


Рис. 1. Принципиальная схема и механические характеристики двигателя Шраге-Рихтера

В системе ЭП с преобразователем частоты необходимая жесткость механических характеристик обеспечивается применением обратной связи по скорости. Для этих целей в ПЧ имеется пропорционально- интегральный дифференциальный регулятор (ПИД), параметры которого задаются при настройке [4]. Настроечные параметры в первом приближении можно определить по линеаризованной структурной схеме системы ПЧ-АД с подчиненным регулированием координат, приведенной на рис. 2.

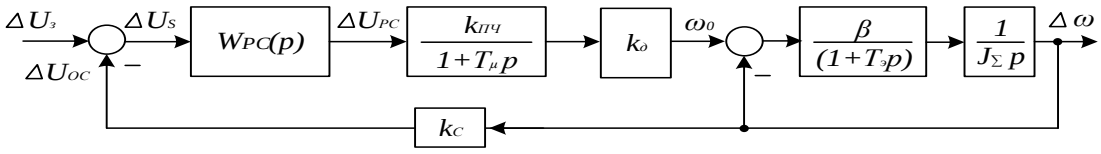


Рис. 2. Структурная схема линеаризованной системы ПЧ-АД

Из структурной схемы следует, что регулятор скорости РС должен компенсировать две постоянные времени: *Т*э - электромагнитную постоянную времени и электромеханическую постоянную времени, которая пропорциональна J_{Σ}. Известно, что в этом случае при синтезе регулятор скорости приобретает вид ПИД регулятора. Наличие дифференцирующего звена существенно ухудшает помехоустойчивость ЭП. Поэтому предлагается постоянную *Т*э добавить к некомпенсируемой постоянной времени: $T\mu\sum = T\mu + T$э. В результате структурная схема для синтеза РС принимает следующий вид (рис. 3) [2].

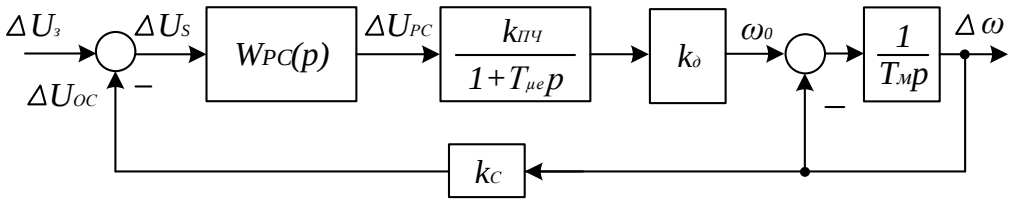


Рис. 3. Структурная схема с одной компенсируемой постоянной времени

Используя известную теорию синтеза систем подчиненного регулирования координат, получим передаточную функцию регулятора скорости, из которой определяются параметры пропорциональной и интегральной части.

$$W_{pc}(p)=\frac{T_m p+1}{a_c\cdot T_{\mu e} p\cdot k_{пч}\cdot k_{\partial}\cdot k_c}=\frac{T_m}{a_c\cdot T_{\mu\sum}\cdot k_{пч}\cdot k_{\partial}\cdot k_c}+\frac{1}{a_c\cdot T_{\mu\sum} p\cdot k_{пч}\cdot k_{\partial}\cdot k_c}$$

Проверка настроечных коэффициентов ПИ регулятора произведена на математической модели в среде matlab/simulink с учетом нелинейностей ЭП [3].

Уравнение Кирхгофа для асинхронного двигателя в векторной форме имеет вид:

$$\bar{U}_1=\bar{I}_1\cdot R_1+\frac{d\bar{\psi}_1}{dt}+j\omega_c\bar{\psi}_1$$

$$0=\bar{I}_2\cdot R_2+\frac{d\bar{\psi}_2}{dt}+j(\omega_c-\omega_{эл})\bar{\psi}_2$$

где

$\bar{U}_1$ *– вектор напряжения статора;*

$\bar{I}_1$ *и* $\bar{I}_2$ *– ток статора и ротора;*

R_1, R_2 *– активное сопротивление статора и ротора;*

$\bar{\psi}_1$ *и* $\bar{\psi}_2$ *– потокосцепление статора и ротора;*

$\omega_{эл}$ *– угловая электрическая скорость двигателя.*

Исключая вектор тока ротора из вышеприведенных уравнений, получаем преобразованную систему уравнения АД:

$$\bar{U}_1=\bar{I}_1(R_1+\sigma(p+j\omega_c))+\frac{L_{12}}{L_1}(p+j\omega_c)\bar{\psi}_2$$

$$0=(p+x+j(\omega_c-\omega_{эл}))\bar{\psi}_2-L_2 x\bar{I}_1$$

Данные уравнения удобно для моделирования представить в координатах *α, β*:

$$U_{1\alpha} = (R_1 + \sigma p) i_{1\alpha} + \frac{L_{12}}{L_2} p\psi_{2\alpha}$$

$$U_{1\beta} = (R_1 + \sigma p) i_{1\beta} + \frac{L_{12}}{L_2} p\psi_{2\beta}$$

$$0 = (p + \alpha)\psi_{2\alpha} + \omega_{эл}\psi_{2\beta} - L_{12}\alpha i_{1\alpha}$$

$$0 = (p + \alpha)\psi_{2\beta} - \omega_{эл}\psi_{2\alpha} - L_{12}\alpha i_{1\beta}$$

где

$$\sigma = \frac{(L_1 L_2 - L_{12}^2)}{L_2},\ \alpha = \frac{R_2}{L_2}$$

Из приведенных уравнений определяем выражения для токов, потокосцеплений и их производных, а выражения момента принимает вид:

$$M = \frac{3}{2} p_n \frac{L_{12}}{L_2} (i_{1\beta} \cdot \psi_{2\alpha} - i_{1\alpha} \cdot \psi_{2\beta})$$

Механическая часть ЭП описывается уравнением двигателя

$$M - M_c = J_\Sigma \frac{d\omega}{dt}$$

где

J_Σ *– момент инерции ЭП,* M_c *– приведенный статический момент механизма.*

На основании приведенных уравнений разработана структурная схема АД (рис. 4). Структурная схема преобразователя частоты (рис. 5) содержит узел формирования трехфазного напряжения, сдвинутая на 120 эл. град. и преобразователь трехфазного напряжения в двухфазный [2].

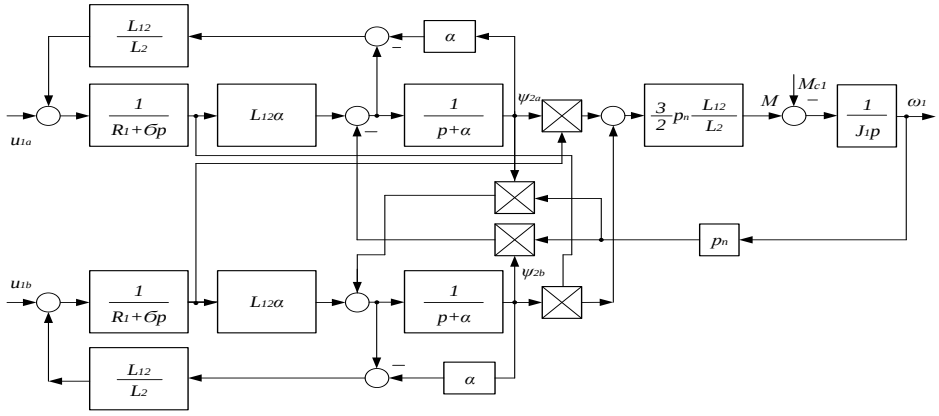


Рис. 4. Структурная схема асинхронного двигателя

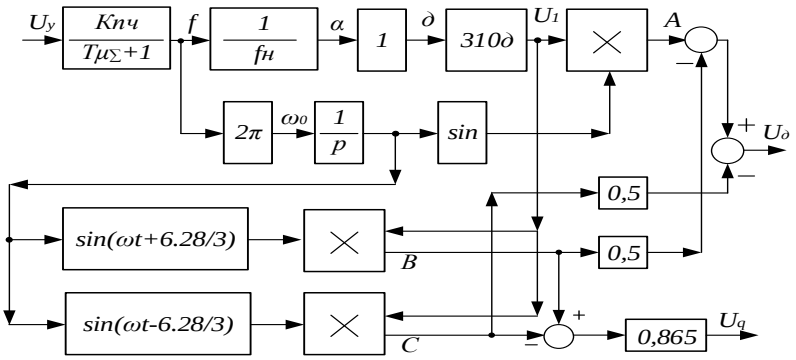


Рис. 5. Структурная схема ПЧ

Структурная схема ПИ регулятора состоит из суммы двух звеньев: пропорционального и интегрального. На основе приведенных структурных схем разработана математическая модель рис. 6. Она содержит следующие блоки: *UZ*- блок задания, *SI*- блок задатчика интенсивности, *PI*- блок пропорционально - интегрального регулятора, *PCH*- блок преобразователя частоты, *AD*- асинхронный двигатель с механической частью.

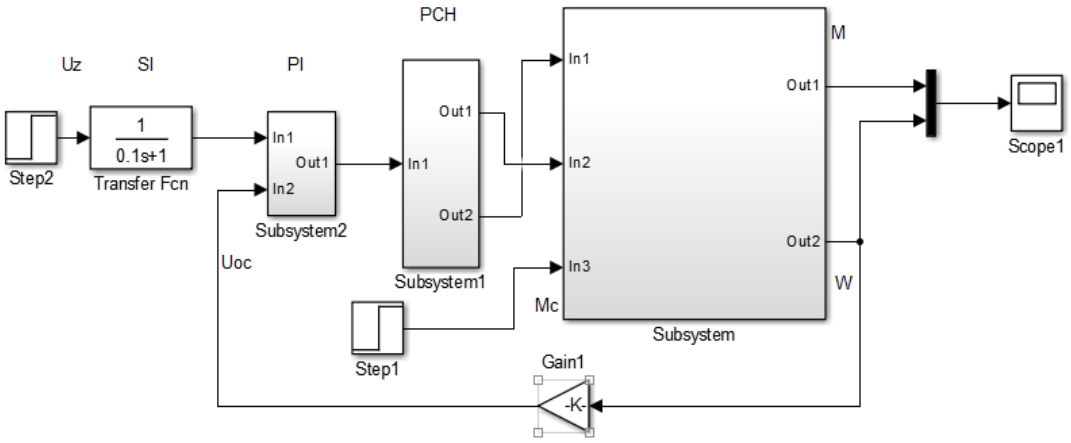


Рис. 6. Математическая модель ЭП

На рисунке 7 показаны осциллограммы для скорости и момента электродвигателя в режиме пуска на минимальную скорость в диапазоне 10:1, наброс нагрузки неминимальной скорости и переход на номинальную скорость. Осциллограммы получены для коэффициентов ПИ регулятора, рассчитанных в результате синтеза линеаризованной структурной схемы АД. Полученные кривые свидетельствуют о том, что настроечные параметры ПИ регулятора, рассчитанные по линеаризованной структуре, позволяют получить первое приближение значений коэффициентов, которые могут выставляться на

реальном ЭП. Жесткость механических характеристик остается высокой даже на нижнем диапазоне. Этот вывод был проверен при настройке системы ПЧ-АД на главном ЭП 4-х красочной полиграфической машине Солна-425-плюс. Во всех режимах полиграфической машины система показала устойчивую работу без нарушения качества печати.

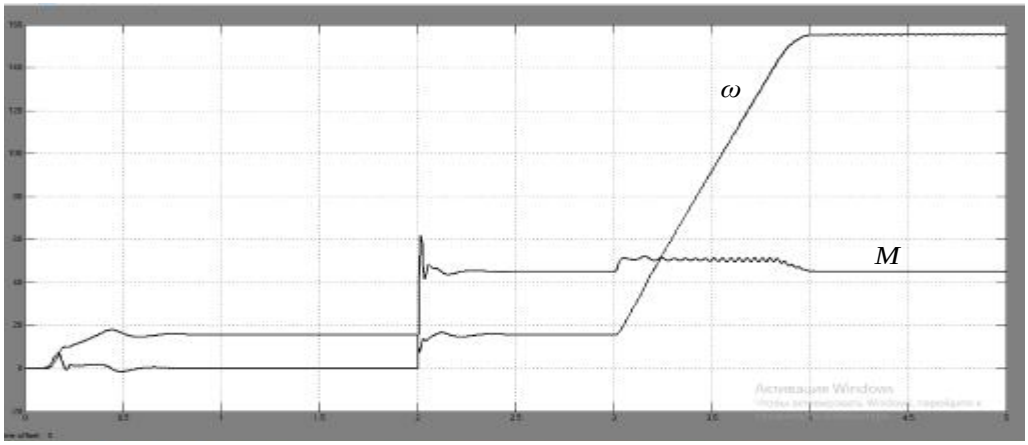


Рис. 7. Процесс пуска на пониженную скорость, наброс нагрузки и переход на номинальную скорость

Заключение

После завершения теоретических исследований по расчету настроечных параметров ПИ регулятора скорости составлена программа настройки частотного преобразователя. Произведена проверка частотно – регулируемого ЭП полиграфической машины в толчковом режиме, режиме пуска и реверса и торможения. Во всех режимах система электропривода с обратной связью по скорости показала устойчивую работу с хорошим качеством печати.

Литература:

1. Беляев В.П. Электрооборудование полиграфических машин. - Минск.: БГТУ, 2014. 367с.

2. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. Учеб. Для вузов.- М.: ACADEMA, 2006. 295с.

3. Кетков Ю.Л., Кетков А.Ю., Шульц М.М. Матлаб 7: программирование, численные методы. СПБ.: БХВ- Петербург, 2005. 752с.

4. Преобразователи частоты VFD-CD. Руководство по эксплуатации. ООО НПО СТОИК ЛТД, 2014. 512с.

НАВКУНИИ ҲАРАКАТДИҲАНДАИ ЭЛЕКТРИКИИ АСОСИИ ДАСТГОҲИ ЧОРРАНГАИ ПОЛИГРАФӢ

Р.А. Азимов, У.М. Ахмедов, М.М. Ҷаборов

Таҳқиқот ва азнавкунии ҳаракатдиҳандаи электрикии асосии дастгоҳи чоррангаи полиграфии тамғаи «Солна425плюс» оварда шудааст. Муҳаррики Шраге-Рихрет ба муҳаррики асинхроннии ротораш кӯтоҳгардида иваз карда шуда, бо табдилдиҳандаи басомадӣ пайваст карда шудааст. Бо роҳи синтезкунӣ схемаи структуравии хаттии муҳаррики асинхронӣ бузургиҳои регулятори тақвиятдиҳанда ва интегралкунанда муайян шудааст. Таҳқиқоти моделӣ дар компютер ва дар дастгоҳи полиграфӣ гузаронида шудааст.

Калимаҳои калидӣ: ҳаракатдиҳандаҳои электрикӣ, муҳаррики Шраге-Рихтер, табдилдиҳандаи басомадӣ, модели математикӣ.

MODERNIZATION OF THE MAIN ELECTRIC DRIVE 4TH COLOURFUL PRINTING CAR

R.A. Azimov, U.M. Akhmedov, M.M. Jaborov

The research and upgrade of the existing system of the electric drive 4th colourful polygraphic machine Solna 425 plus are conducted. The electric drive with Schrage-Richter's electromotor is replaced with the frequency and adjustable drive with the short-circuited asynchronous engine. Set-up parameters of the proportional and integral regulator of the frequency converter are received by synthesis of linearized structure of the asynchronous engine, checked on a mathematical model and on real installation.

Keywords: electric drive, Schrage-Richter's electromotor, the frequency transformer, mathematical model.

Сведения об авторах:

Азимов Рахим Акилович – к.т.н., доцент кафедры «Автоматизированный электропривод и электрические машины», ТТУ им. акад. М.С. Осими.

Ахмедов Усмон Махмудович – ст. преподаватель кафедры «Автоматизированный электропривод и электрические машины», ТТУ им. акад. М.С. Осими.

Джаборов Мехрубон Махмадкулович – к.т.н., ст. преподаватель, зав. кафедрой «Автоматизированный электропривод и электрические машины», ТТУ им. акад. М.С. Осими, e-mail: mehrubon_v10@mail.ru

КОЛЬЦЕВЫЕ СХЕМЫ ДЛЯ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ ПОВЫШЕННОЙ МОЩНОСТИ

М.М. Джаборов, Ш.М. Султонов, М.И. Сафаров

Рассмотрена 12-пульсная схема выпрямителя переменного тока в постоянная, отличающаяся от известных ветильных схем. Приведены результаты анализа 12-пульсного преобразователя с кольцевой схемой, и показана одинаковость режимов работы трёхфазного трансформатора для кольцевого выпрямителя и мостового выпрямителя и возможность применения ее в мощных вентильных преобразователях.

Ключевые слова: *мостовая, кольцевая, анализ, векторная диаграмма, схема, модель.*

Современное направление развития выпрямительной техники связано с прогрессом в области полупроводниковых преобразователей. Как известно, классические схемы выпрямления широко используются в различных отраслях. Особенно в системах электроснабжения на постоянном токе применяются 12-пульсные мостовые выпрямители последовательного и параллельного типов. Они заменили в большинстве подстанций 6-пульсные выпрямители. А также – 3-фазный мостовой преобразователь по схеме Ларионова, используемый при модернизации 6-пульсных нулевых схем к мостовым. Основная цель направлена на повышение экономической эффективности эксплуатируемых преобразователей, а также рационального использования снимаемых с эксплуатации физически и морально устаревших выпрямителей [4, 6]. В статье исследуется 12-пульсная кольцевая схема и

предлагается замена 2-ух трехфазных мостовых схем на преобразователь кольцевого типа. Характерная особенность кольцевых выпрямителей заключается в уменьшении потерь в диодах и материалоемкости вентильной конструкции [1-3]. Вторичные обмотки трансформатора в предложенной схеме (рис. 1, *а)* соединяются по схеме звезда и треугольник [4].

На рис. 1, *а* приведена принципиальная схема предложенного выпрямителя. Диоды VD1, VD3, VD6, VD7, VD10, VD11 работают 120 эл. град. за период выпрямленного напряжения. А диоды кольцевой группы (VD4, VD8, VD12, VD2, VD5, VD9) работают 90 эл. град. (диоды 2, 5 и 9) и 30 эл. град (диоды 4, 8 и 12).

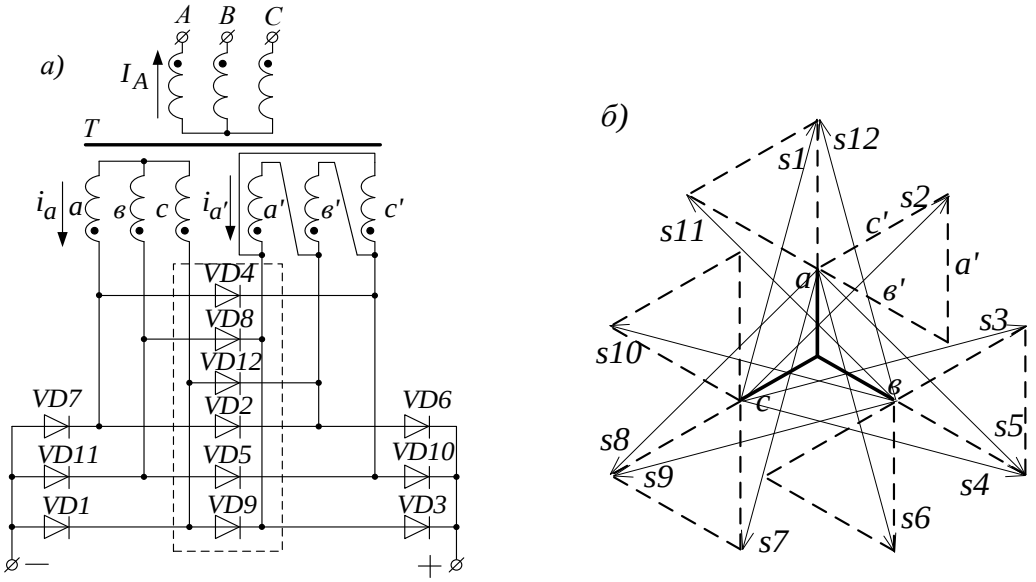


Рис. 1. а) принципиальная схема 12-пульсного кольцевого выпрямителя; б) векторные диаграммы.

Токи трехфазной сети i_A, i_B и i_C по заданным токам нагрузки равны:

$$i_A = \frac{1}{3}\cdot(2i_a - i_в - i_c) + \frac{\sqrt{3}}{3}(2i_{a'} - i_{в'} - i_{c'}); \qquad (1)$$

$$i_B = \frac{1}{3}\cdot(-i_a + 2i_в - i_c) + \frac{\sqrt{3}}{3}(-i_{a'} + 2i_{в'} - i_{c'}); \qquad (2)$$

$$i_C = \frac{1}{3}\cdot(-i_a - i_в + 2i_c) + \frac{\sqrt{3}}{3}(-i_{a'} - i_{в'} + 2i_{c'}); \qquad (3)$$

Мощность трансформатора S_T определяется суммой мощностей первичных $S_{\sum 1}$ и вторичных $S_{\sum 2}$ обмоток трансформатора [5].

$$S_T^* = \frac{S_{\sum 1} + S_{\sum 2}}{2} = 1{,}029 \ o.e.; \qquad (5)$$

Графоаналитическими исследованиями определены углы проводимости диодов, как показано в [4]. Порядок определения углов проводимости 12-пульсного выпрямителя приведен на рис.3, *в*.

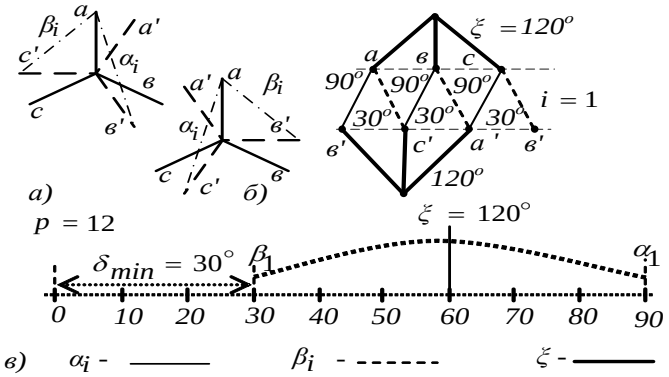


Рис. 3. Граф и схема определения углов проводимости в 12-пульсном выпрямителе

Углы проводимости для *p*-пульсных преобразователей с 6-диодными кольцами определяются по следующим формулам:

$$\alpha_i = \frac{\pi\left\{p - 6(-1)^i\right\}}{3p};\ эл.град.;\quad \beta_i = \frac{\pi\left\{p + 6(-1)^i\right\}}{3p};эл.град.; \qquad (6)$$

где

αi = ∈ [1, i_x] номер i-го вентильного кольца при счете от первого уровня питания (на рисунке от верхнего уровня), причем последний номер определен соотношением $i_x = (p – 6)/6$.

Для *p*=12 (только одно кольцо и *i* = 1) три вентиля кольца имеют угол проводимости $\alpha_i = 90^\circ$, а три оставшихся – $\beta_i = 30^\circ$.

Проведенные анализы дают возможность сформулировать правило, определяющее принадлежность углов проводимости α_i и β_i.

Угол диодного кольца, которое имеет большой угол проводимости, равен

$$\alpha = \left(2\pi/3 + 2\pi/p\right) - \pi/3$$

Угол диодов, имеющих меньший угол проводимости, равен

$$\beta = \left(2\pi/3 - 2\pi/p\right) - \pi/3$$

Для диодов (VD1, VD3, VD6) и (VD7, VD10, VD11) групп максимальное значение рабочего обратного напряжения равно $U^*_{обр\max} = U^*_{Л\max} = 1,732$ о.е.

Для вентилей колец $U^*_{обр\max} = 3,346$ о.е.

Анализированы алгоритмы работы диодов с использованием углов проводимости диодов и определены токи диодов и действующие значения токов диода. Диоды, имеющие угол проводимости ξ=120 эл.град.: $I_{a(АКГ)} = 120/360 \cdot I_d = I_d/3$ (A); действующее значение тока через эти диоды $I_{ad(АКГ)} = \sqrt{120/360} \cdot I_d = I_d/\sqrt{3}$ (A); Диоды, имеющие угол проводимости 30 эл. град. $I_{a(КГ)} = 30/360 \cdot I_d = I_d/12$; действующее значение тока через эти диоды $I_{ad} = \sqrt{30/360} \cdot I_d = I_d/\sqrt{12}$; Диоды, имеющие угол проводимости 90 эл. град. $I_{a(КГ)} = 90/30 \cdot I_d = I_d/4$ (A); действующее значение тока через эти диоды $I_{ad(КГ)} = \sqrt{90/360} \cdot I_d = I_d/2$ (A).

Результаты анализов по характеристикам трансформатора и диодов приведены в таблице 1.

Таким образом, модернизация мостовых 12-пульсных выпрямителей кольцевыми схемами не приводит к изменению режима работы обмоток трасфоматора.

Таблица 1.

Расчетные соотношения для трансформатора и диодов

Трансформатор								Характеристики диодов по группам и углам проводимости								
								Анодный ток			Эффективный ток			$U_{ОБРmax}$		
U_{2Y}/U_{do}	I_{2a}/I_d	I_{2Y}/I_d	$I_{2\Delta}/I_d$	I_{1Y}/I_d	S^*_1	S^*_2	S^*_T	АКГ	Кольцо	Кольцо	АКГ	Кольцо	Кольцо	АКГ	Кольцо	Кольцо
								ξ	α	β	ξ	α	β	ξ	α	β
								120°	90°	30°	120°	90°	30°	120°	90°	30°
0,214	0,37	0,816	0,4714	1,576 / K_T	1,0112	1,047	1,029	0,333 I_d	0,25 I_d	0,8333 I_d	0,577 I_d	05 I_d	0,2886 I_d	0,524 U_d	1,013 U_d	1,013 U_d

Дополнительно проведена проверка на модели двух преобразователей (рис. 4), с мостовой и кольцевой схемами. Параметры трансформаторов с вторичными обмотками заданы одинаковыми и выбраны одинаковые анодные индуктивности. Параметры нагрузки при фиксированной индуктивности изменялись для обоих преобразователей уменьшением *R*.

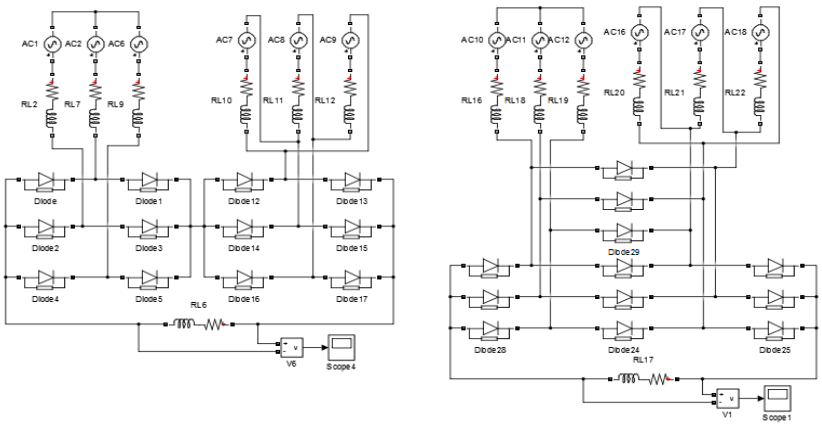


Рис. 4. Модель 12-пульсного кольцевого и мостового выпрямителя

Диаграммы выпрямленного напряжения изменялись для обоих выпрямителей одинаково, начиная от минимальной, вплоть до максимальной, близкой к КЗ, нагрузки. Некоторые из осциллограмм представлены на рис. 5.

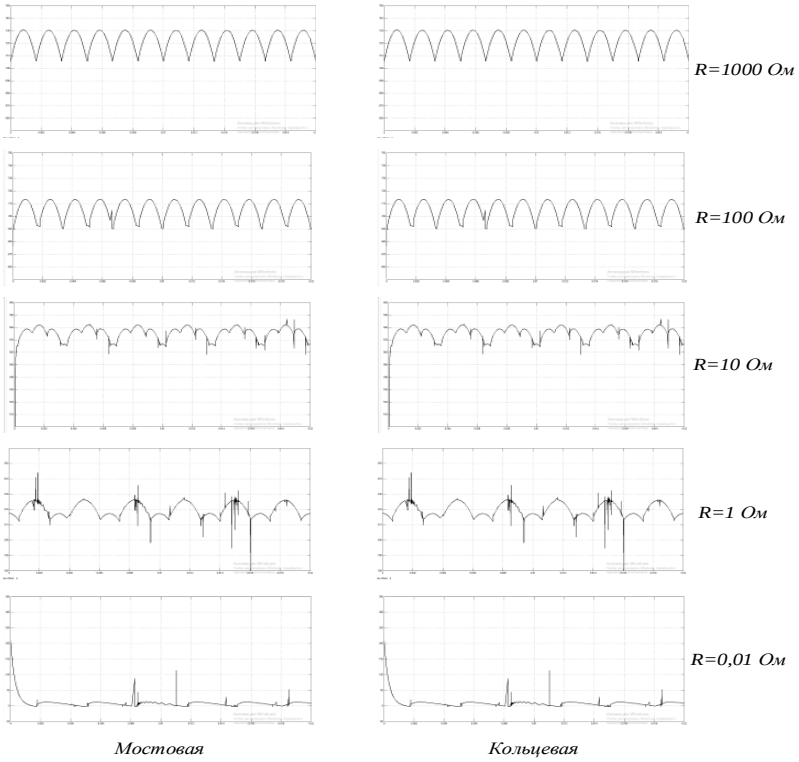


Рис. 5. Диаграммы напряжений на выходе выпрямителей с мостовой и кольцевой схемой при изменении нагрузки

Из проведенного анализа видно, что повсеместная модернизация мостовых схем на кольцевые обоснована не только с экономической точки зрения, но и технически допустима и выполнима на основе трансформаторов существующих 12-фазных выпрямителей.

Заключение

Выполнен анализ 12-пульсного мостового и кольцевого выпрямителя и показана одинаковость режимов работы трансформаторного оборудования для обоих выпрямителей. Модернизация дает возможность использования трансформаторов с мостовой схемой в кольцевой схеме без изменения мощности трансформатора. Также, работа половины диодов в кольцевой и мостовой схемах существенно различна, что обуславливает уменьшение потерь в кольцевой схемой и повышение ее КПД.

Исследованы режимы работы 12-пульсного кольцевого и мостового выпрямителей на модели и их результаты показали, что режимы для мостовых и кольцевых схем практически совпадают, не превышая величины падения напряжения на одном диодном плече.

Литература:

1. Евдокимов, С.А. Анализ и синтез схемных решений вентильных преобразователей для электрического транспорта / С.А. Евдокимов // Дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. – Новосибирск, 2008. – 234 с.

2. Евдокимов, С.А. Перспективы применения кольцевых схем выпрямления на тяговых подстанциях электрического транспорта / С.А. Евдокимов, Н.И. Щуров, В.И. Сопов, О.Л. Волкова, А.А. Степанов // «Транспорт: наука, техника, управление». Научный информационный сборник. – М.: Изд-во ВИНИТИ РАН, №8, 2010.

3. Евдокимов, С.А., Лестничные и кольцевые вентильные схемы для преобразователей повышенной мощности/С.А. Евдокимов, О.Л. Волкова // Материалы X Международной конференции «Актуальные проблемы электронного приборостроения»: в 7 т. Т. 7.-Новосибирск: НГТУ, 2010. – С. 51-58.

4. Евдокимов, С.А. Структурный синтез многофазных вентильных преобразователей/С.А. Евдокимов, Н.И. Щуров//Серия «Монографии НГТУ». – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010. – 423 с.

5. Мятеж, С.В. Методика определения установленных мощностей трансформаторных преобразователей числа фаз/С.В, Мятеж, Г.Н. Ворфоломеев, Н.И. Щуров, И.А. Циулина, С.А. Евдокимов//Совершенствование технических средств электрического транспорта: сб. науч. тр./Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск, 2002. – С. 21–28.

6. Джаборов М.М.. Анализ 24-импульсного выпрямителя/Джаборов М.М., Диёров Р.Х., Сафаров М.И.//Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования. №4 (40) – 2017//Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими//Душанбе 2017. – С. 6-11.

ТАҲЛИЛИ РОСТКУНАКИ ҲАЛҚАГӢ

М.М. Ҷаборов, Ш.М. Султонов, М.И. Сафаров

Таҳлили росткунаки 12-импулсаи ҳалқагӣ оварда шудааст. Нишон дода шудааст, ки равандҳои гузариш ва реҷаи корӣ барои росткунакҳои сефазагии мостӣ ва ҳалқагӣ мебошад. Инчунин имконияти истифодабарии трансформатори схемаи мостиро дар схемаи ҳалқагӣ бе тағйири иқтидори трансформатор нишон дода шудааст.

Калимаҳои калидӣ: схемаи ҳалқагӣ, схемаи мостӣ, таҳлил, диаграммаи векторӣ, модел.

RING DIAGRAMS FOR RECTIFIERS OF THE INCREASED POWER

M.M. Jaborov, Sh.M. Sultonov, M.I. Safarov

The 12-pulse diagram of the rectifier of an alternating current in the constant differing from known the vetilnykh of diagrams is considered. Analysis results of the 12-pulsny transformer with the ring diagram are given, and the uniformity of operation modes of the three-phase transformer for the ring rectifier and the bridge rectifier and a possibility of its application in powerful gated transformers is shown.

Keywords: bridge, ring, analysis, vector diagram, diagram, model.

Сведения об авторах:

Джаборов Мехрубон Махмадкулович – к.т.н., ст. преподаватель, зав. кафедрой «Автоматизированный электропривод и электрические машины», ТТУ им. акад. М.С. Осими, e-mail: mehrubon_v10@mail.ru.

Султонов Шерхон Муртазокулович – к.т.н., ст. преподаватель, зав. кафедрой «Электрические станции», ТТУ им. акад. М.С. Осими. e-mail: lion_1001@mail.ru.

Сафаров Манучехр Исуфович – ассистент кафедры «Автоматизированный электропривод и электрические машины», ТТУ им. акад. М.С. Осими. e-mail: manu_1804@mail.ru.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В ЭНЕРГОСИСТЕМАХ, СОДЕРЖАЩИХ НЕЛИНЕЙНУЮ НАГРУЗКУ

Ш.Дж. Джураев, Ш.М. Султонов

(Научно-исследовательский университет «Московский энергетический институт», Таджикский технический университет имени ак. М.С. Осими)

В работе показано современное состояние и перспективы обеспечения качества электроэнергии в энергосистеме Республики Таджикистан. На основе инструментального контроля качества электрической энергии и обзора отечественной и зарубежной литературы выявлена причина ухудшения качества электроэнергии в энергосистеме Республики Таджикистан. Для обеспечения качества электроэнергии в энергосистеме и нормальной работы электрооборудования гидроэлектростанций предложен алгоритм согласованной работы источников электроэнергии с электроприемников с нелинейной вольтамперной характеристикой. Предложены подходы для обеспечения качества электроэнергии в энергосистеме Республики Таджикистан. На основе математической модели данной энергосистемы представлена эффективность компенсации токов высших гармоник, генерируемых нелинейными электроприемниками. Предложены организационные, технические и методические мероприятия для

компенсации токов высших гармоник, также даны методические рекомендации для обеспечения качества электрической энергии в энергосистеме Республики Таджикистан и в конце статьи сделаны необходимые выводы.

Ключевые слова: *качество электроэнергии, токи высших гармоник, энергосистема, нелинейная нагрузка.*

Введение. Вопросы обеспечения качества электроэнергии (КЭ) систематически возникают в электроэнергетических системах (ЭЭС) разных стран мира. Это связано с увеличением доли электроприемников (ЭП) с нелинейной вольтамперной характеристикой (ВАХ) в ЭЭС, которые приводят к искажению формы кривой тока и напряжения. Поэтому в ряде случаев значение суммарного коэффициента гармонических составляющих (K_U) и коэффициент *n*-ой гармонической составляющей напряжения ($K_{U(n)}$) может достичь значительных величин, выходящих за пределы, установленные ГОСТ 32144-2013 [6-8]. В то же время, в ЭЭС существует ряд ЭП и электрооборудований (ЭО), которые чувствительны к изменению формы кривой напряжения и тока. В связи с этим, ежегодно для обеспечения КЭ и компенсации токов высших гармоник в ЭЭС разных стран мира расходуется много средств, что свидетельствует об актуальности данного вопроса [5, 10].

Постановка задачи. В ЭЭС может быть такое, что коэффициент несинусоидальности напряжения будет соответствовать требованиям, установленным нормативными документами [3], а уровень токов высших гармоник настолько велик, что приводит к нагреву ЭО электрических станций. Особую актуальность этот вопрос приобретает в ЭЭС, где мощность нелинейных нагрузок сопоставима с установленной мощностью энергосистемы. Примером такой энергосистемы является ЭЭС Республики Таджикистан (РТ). В ЭЭС РТ основным потребителем является мощная нелинейная нагрузка – государственное унитарное предприятие «Таджикская алюминиевая компания» (ГУП «ТАЛКО»), а основными источниками электроэнергии являются гидроэлектростанции (ГЭС) [11]. Поэтому анализ

уровня искажений КЭ на ГЭС и оценка негативных последствий на ЭО электрических станций (ЭС), вызванных искажением тока и напряжения, становятся актуальными. Результаты многочисленных исследований показали в ЭЭС РТ, что наиболее часто встречается нарушение по таким ПКЭ, как K_U и $K_{U(n)}$, это связано с работой алюминиевого завода [7, 8, 12].

Алгоритм согласованного управления источниками электроэнергии с нелинейной нагрузкой. В работе [2] предложено, что для обеспечения нормальной работы СГ в ЭЭС содержащей ЭП с нелинейной ВАХ целесообразно снизить вырабатываемую им мощность. С другой стороны, снижение мощности генератора приводит к снижению вырабатываемой мощности ЭС, что в ряде случаев нельзя допустить. Это связано с тем, что в составе потребителей существуют ЭП первой категории по надежности электроснабжения. Поэтому целесообразно найти оптимальный подход для обеспечения нормальной работы ЭО станции и, тем самым, не допустить перерыв электроснабжения ответственных потребителей. Для решения данной задачи предлагается два подхода:

- пуск СГ, находящихся в отключенном состоянии (резервные генераторы), тем самым уменьшить нагрузку генераторов, находящихся под нагрузкой;

- мероприятия по компенсации токов высших гармоник (ТВГ).

Для достижения данной цели разработан алгоритм согласованной работы источников электроэнергии (генераторы электрических станций) с ответственными потребителями электрической системы. Разработанный алгоритм показан на рисунке 1.

Принцип работы алгоритма (рис. 1) заключается в том, что выбирается электрическая система, в которой мощность ЭП с нелинейной ВАХ сопоставима с мощностью ЭЭС. Далее выбираются точки контроля КЭ в следующем порядке:

-непрерывный мониторинг КЭ на ответственных генераторах электрических станций;

-периодический контроль на выводах ЭП с нелинейной ВАХ, в которых потребляемая мощность в течение года практически не меняется (ГУП «ТАЛКО»).

После чего определяются значения коэффициентов K_U, $K_{U(n)}$, K_I (суммарный коэффициент гармонических составляющих по току) и $K_{I(n)}$ (коэффициент *n*-ой гармонической составляющей тока). Далее сопоставляются значения суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения и коэффициент *n*-ой гармонической составляющей напряжения с нормативными значениями [3]. В случае несоответствия с нормативными значениями проводятся мероприятия по обеспечению качества электроэнергии и условия проверяются заново. В случае соответствия условиям $K_U \le K_{Uдоп}$ и $K_{U(n)} \le K_{U(n)доп}$ проводится расчет потерь активной мощности как в обмотке статора, так и в обмотке ротора синхронного генератора.

В следующем этапе определяется температура активных частей генератора, потом проверяются условия $T_{рот.} \le T_{доп.рот.}$ и $T_{ст.} \le T_{доп.ст.}$, при несоответствии условиям снижается мощность генератора до допустимого значения, исходя из условий перегрева обмоток статора и ротора [2]. Если температура в обмотке статора и ротора генератора находится в пределах допустимых значений, алгоритм заканчивается.

Мероприятия по обеспечению качества электроэнергии в энергосистеме Республики Таджикистан. Для единообразного метрологического и инструментального обеспечения контроля и анализа КЭ применяются нормативные стандарты [3, 4]. Выше было отмечено, что некоторые ПКЭ в ЭЭС РТ не соответствуют нормативным требованиям [3]. При этом в настоящее время вопросам обеспечения КЭ в энергосистеме не уделяется достаточного внимания. Исходя из этого, целесообразно разработать комплекс мероприятий по обеспечению КЭ (особенно по компенсации ТВГ). Такие мероприятия можно разделить на следующие:

-организационные мероприятия;

-технические мероприятия;

-методические мероприятия.

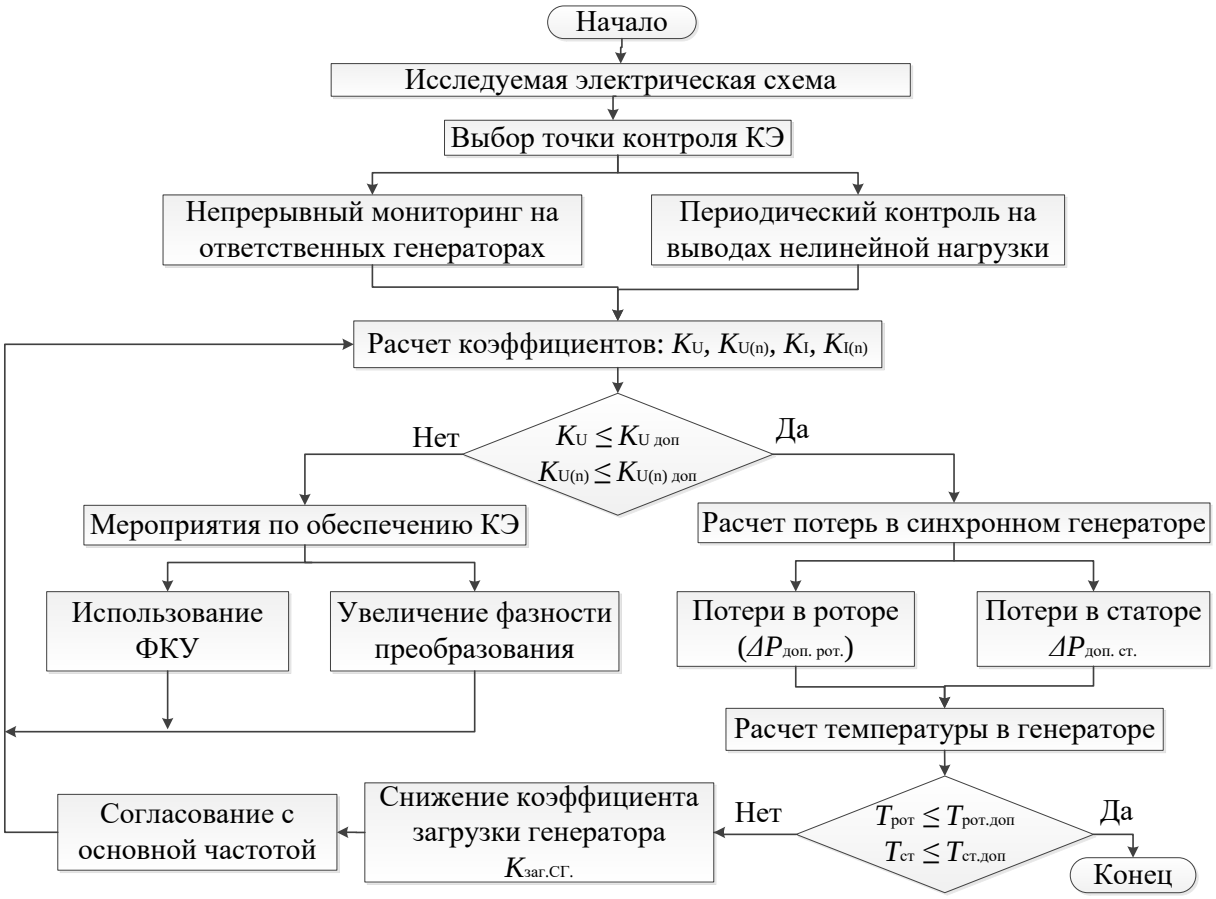


Рис. 1. Алгоритм согласованной работы источников электроэнергии с электроприемниками с нелинейной ВАХ

Организационные мероприятия. В зависимости от различных в экономических и климатических условий в ЭЭС стран мира искали различные пути обеспечения КЭ. Поэтому каждое государство или союзные республики имеют свои нормативные стандарты. Несмотря на это, впервые в 2000 г. образовалась международная рабочая группа CIGRE/CIRED. На основе четырёхлетней работы опубликовала выводы относительно области КЭ в сетях среднего и высокого напряжения [6].

Одновременно надо отметить, что в настоящее время в ЭЭС РТ еще не началась стадия организационного процесса в области управления КЭ. Поэтому первоначально необходимо решить следующие актуальные задачи ЭЭС РТ по управлению КЭ [6]:

-подготовка персонала;

-надзор за выполнением законодательных и нормативных актов;

-организация управления КЭ в рамках субъектов и электроэнергетики;

-создание служб управления КЭ (испытательные лаборатории, договоры энергоснабжения, контроль и учет состояние субъекта по КЭ, в том числе средств регулирования напряжения, компенсации ВГ и т.п.).

Для решения данной проблемы в ЭЭС РТ в работе [7] предлагается создать центр в составе организационной структуры ОАХК «Барки Точик», который ответит на вопросы обеспечения КЭ. Задача центра управления качеством электроэнергии (ЦУКЭ) при осуществлении мониторинга КЭ приведена в [7]. Организационные мероприятия для обеспечения нормальной работы основного электрооборудования электрических станций при работе в ЭЭС содержащей нелинейную нагрузку, можно разделить на следующие:

-технические условия на присоединение с ограничением допустимых уровней помех;

-непрерывный мониторинг на ответственных генераторах.

В соответствии с требованиями [3] в технических условиях на присоединения установлены требования к допустимым уровням ПКЭ. Поэтому каждый потребитель в зависимости от мощности источников ее искажения, их удаленности от точки контроля, источников питания, а также конфигурации на ПКЭ влияет неодинаково. Значения рассматриваемых показателей в общей точке определяются суммарным взаимодействием источников искажения всех присоединенных подсистем. При этом значение ПКЭ в общей точке будет соответствовать нормативным требованиям. Это условие соблюдается, если каждый присоединенный потребитель не превосходит установленного для него допустимого вклада [6]. Допустимый вклад (ДВ) – это доля нормируемого по ГОСТ 32144-2013 значения ПКЭ, который каждый потребитель фактически может вносить в точке передачи.

Исходя из этого, энергоснабжающая организация должна указывать ДВ в технических условиях. Иногда у искажающих потребителей фактический вклад (ФВ) больше чем ДВ, поэтому в таких случаях потребитель должен

принять ответственность за ухудшение КЭ и обеспечить качество в соответствии с нормами. Результаты моделирования распределения токов ВГ в ЭЭС РТ [12] показали, что ЭО Нурекской ГЭС наиболее повреждены изменением мощности нелинейной нагрузки (ГУП «ТАЛКО»). В связи с этим целесообразно проводить в ответственных генераторах электростанций непрерывный контроль ПКЭ и величину ТВГ. Поэтому для предотвращения недопустимых перегревов генераторов Нурекской ГЭС, необходимо проводить непрерывный мониторинг [6].

Технические мероприятия. Основной целью технических мероприятий является обеспечение электромагнитной совместимости технических средств. Это достигается за счет [6]:

-проведения анализа электромагнитной обстановки по кондуктивным помехам в точке присоединения ЭП для определения фактического вклада источников помех;

-разработки рекомендаций по ограничению уровня помех;

-оценки допустимого влияния вносимых помех;

-разработки мероприятий по ограничению помех;

-реализации разработанных мероприятий и проведения контрольных измерений.

В настоящее время существует множество устройств компенсации ТВГ [1, 6, 10, 13], часть из которых перечислена выше. В российских и зарубежных опытах для компенсации ТВГ широко применяются ФКУ [1, 10, 13]. В основном их можно разделить на две группы – активные фильтры и пассивные фильтры.

Исходя из этого, в данной работе рассмотрена установка ФКУ для компенсации ТВГ, методика расчета и выбора их приведена в [6]. Зная величину ТВГ с помощью, можно определить мощность ФКУ (таблица 1).

Применение *пассивных фильтров* для обеспечения КЭ в ЭЭС РТ. В математической модели ЭЭС РТ, приведенной в [12], для компенсации ТВГ параллельно на выводах 10 кВ главной понизительной подстанции (ГПП)

устанавливаем ФКУ. Параметры и мощности фильтра выбираем в соответствии с таблицей 1, определенные по значениям токов ВГ приведены в [12].

Таблица 1.

Расчетная мощность, выбираемой ФКУ

N	I_n, А	$Q_{ФКУрасч.}$, кВар	$Q_{ФКУном..}$, кВар
5	179,5	1755	2000
7	99,2	804	1000
11	347,9	2221	2500
13	208,7	1223	1500
17	42,3	216	250
19	35,9	174	200
23	73,1	321	400
25	59,1	249	250

Результаты, полученные в [12], показали, что уровень ТВГ очень высок (в сетях 10 кВ ГУП «ТАЛКО» до 12,5 %). После установки пассивных ФКУ уровень ТВГ заметно снизился (суммарный коэффициент *n*-ой гармонических составляющих по току снизился на 4,2 раза, то есть K_I до установки фильтра составлял 12,5 %, а после установки снизился до 2,97 %, а коэффициент K_U после установки ФКУ составлял 0,53 %, что ниже допустимого значения).

Применение *активного фильтра* для обеспечения КЭ в ЭЭС РТ. Очевидно, что активный фильтр (АФ) по сравнению с пассивным является более сложным устройством, однако, АФ имеют множество преимуществ по сравнению с пассивными (высокая производительность и т.п.). АФ представляет собой электронные устройства, подсоединяемые последовательно или параллельно на шины искажающей нагрузки для компенсации токов высших гармоник. Принцип работы АФ заключается в подавлении токов высших гармоник, создаваемые ЭП с нелинейной ВАХ. Процесс компенсации состоит в том, что АФ выдает ток равный по амплитуде, но в противофазе току ВГ генерируемый ЭП с нелинейной ВАХ, что в результате эти токи компенсируют друг друга.

Результаты моделирования показали, что после установки АФ, значение суммарного коэффициента *n*-ой гармонической составляющей по току в 5,95

раз уменьшился, то есть значение K_I до и после установки АФ составлял, соответственно 12,5 % и 2,1 %, а значения K_U не более 0,5 %.

Многофазные схемы преобразования. В системах электроснабжения алюминиевых заводов широко используются многофазные преобразования. В преобразовательных трансформаторах таких предприятий применяются 6, 12, 18, 24, 36 и 48-фазные схемы преобразования. Характеристика таких видов предприятий приведена в [6]. При увеличении фазности преобразователя часть из ТВГ компенсируется, порядок которого можно определить по выражению:

$$n = \frac{p}{2} \cdot (2 \cdot k - 1) \pm 1 \qquad (1)$$

Уравнение (1) показывает, что 6-пульсный преобразователь генерирует нечетные гармоники (за исключением гармоник кратных трем), начиная с 5-ой, 12-пульсный – начиная с 11-ой. Наряду с этим гармоники порядка 5, 7, 12, 17, 29 и 31-я компенсируются в схеме преобразователя [6]. Компенсация ТВГ происходит каскадно (таблица 2), то есть на низшей ступени преобразования применяются 6-пульсные схемы, из которых формируются 12-пульсные [6].

Таблица 2.

Эффективность компенсации ВГ тока в *m*-фазных схемах преобразователей

Сх. п-я	Порядок гармоник тока											
	5*	7	11*	13	17*	19	23*	25	29*	31	35*	37
6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
12	$-^{12}$	$-^{12}$	+	+	$-^{12}$	$-^{12}$	+	+	$-^{12}$	$-^{12}$	+	+
18	$-^{18}$	$-^{18}$	$-^{18}$	$-^{18}$	+	+	$-^{18}$	$-^{18}$	$-^{18}$	$-^{18}$	+	+
24	$-^{12}$	$-^{12}$	$-^{24}$	$-^{24}$	$-^{12}$	$-^{12}$	+	+	$-^{12}$	$-^{12}$	$-^{24}$	$-^{24}$
36	$-^{12}$	$-^{12}$	$-^{36}$	$-^{36}$	$-^{12}$	$-^{12}$	$-^{36}$	$-^{36}$	$-^{12}$	$-^{12}$	+	+
48	$-^{12}$	$-^{12}$	$-^{24}$	$-^{24}$	$-^{12}$	$-^{12}$	$-^{48}$	$-^{48}$	$-^{12}$	$-^{12}$	$-^{48}$	$-^{48}$

Условное обозначение: ** – гармоники прямой последовательности; «+» – гармоники присутствуют в сетевой обмотке трансформатора; «-» – гармоники отсутствуют в сетевой обмотке трансформатора;* ^{12} *– пульсность схемы, за счет которой достигается компенсация ВГ.*

Методические мероприятия. Одним из основных мероприятий для обеспечения КЭ являются методические мероприятия, основные задачи которых приведены в [6]:

Для достижения методических мероприятий для компенсации ТВГ в ЭЭС РТ необходимо решить следующие проблемы:

-подготовка персонала в области обеспечения КЭ;

-набор инструкций по средствам измерений (СИ) ПКЭ.

Одной из основных задач организационного и методического ЦУКЭ [7] является подготовка персонала для решения вопросов в области КЭ. Так как на организацию системы управления КЭ влияет уровень подготовки специалистов и их база знаний.

Для подержания уровня знаний внутри ОАХК «Барки Точик» ЦУКЭ предусматривает курсы подготовки местных специалистов в области обеспечения КЭ.

Другой задачей являются методические мероприятия для компенсации ТВГ – это набор инструкций по средствам измерений (СИ) ПКЭ. СИ ПКЭ играют важную роль для контроля и анализа КЭ, так как они позволяют разработать систему мониторинга КЭ с наименьшими затратами и тем самым достигать желаемых технических результатов.

Таким образом, для нормализации уровня токов ВГ ЦУКЭ тесно сотрудничает со службами, которые следят за сохранением технического состояния электрических сетей при развитии системы.

ЦУКЭ в этом случае предлагает методическую поддержку в случае оценки уровня допустимых и фактических вкладов для ограничения ожидаемого уровня токов ВГ со стороны искажающих потребителей [7], также помогает в решении спорных вопросов определения виновников ухудшения КЭ.

Методические мероприятия для обеспечения КЭ представлены на рис. 2, которые контролирует ЦУКЭ.

Рис. 2. Мероприятия для обеспечения качества электроэнергии в электроэнергетической системе Республики Таджикистан

Выводы:

1. Представлена необходимость компенсации ТВГ в ЭЭС РТ, способы компенсации ТВГ для обеспечения качества электрической энергии.

2. Разработан алгоритм согласованной работы источников электроэнергии и ЭП с нелинейной ВАХ и предложено, что для нормальной работы ЭО электрических станций необходимо снизить коэффициент загрузки генераторов.

3. Разработаны методические рекомендации для обеспечения КЭ при компенсации ТВГ в ЭЭС РТ.

Список литературы:

1. Алексеев Б.А. Активные фильтры высших гармоник / Б.А. Алексеев // Электро. – 2007. – №3. – С. 28-32.

2. Богуславский И.З. Проблемы снижения дополнительных потерь в крупных машинах переменного тока при эксплуатации в сетях с нелинейными элементами / И.З. Богуславский/Изв. АН. Энер.-2009.-№2.-С. 21-26.

3. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – М.: Стандартинформ, 2014. – 15 с.

4. ГОСТ 33073-2014. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Контроль и мониторинг качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – М.: Стандартинформ, 2015. – 40 с.

5. Добрусин Л. Приоритеты управлению качеством электроэнергии в электрических сетях России: взгляд с позиции национальных интересов и стратегии международного электроэнергетического сотрудничества / Л. Добрусин // Силовая электроника. – 2007. – №2. – С. 82 – 87.

6. Карташев И.И. Управление качеством электроэнергии / И.И. Карташев, В.Н. Тульский, Р.Г. Шамонов, Ю.В. Шаров, Р.Р. Насыров. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский дом МЭИ, 2017. – 346 с.

7. Назиров Х. Б. Разработка системы управления качеством электрической энергии в электрических сетях: дис. … канд. техн. наук: 05.14.02 / Назиров Хуршед Бобоходжаевич – Москва, 2012. – 200 с.

8. 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.

9. Dipak Suresh B. Shunt Active Filter for Power Quality / Dipak Suresh Badgujar, Kiran. P. Varade, C. Veeresh. // Improvement International Journal of Engi-neering Research and General Science Volume 3: Issue 4. – July-August. 2015. – P. 136-148.

10. Gosbell V.J. Power quality monitoring in Australia / V.J. Gosbell and P.K. Muttik // CIGRE Session 2002. Paris, France. 2002. – P. 163 – 168.

11. Sekretarev Y. Optimal Control Mode of the Vakhsh Hydropower Reservoirs to Reduce Electricity Shortages in Tajikistan / Y. Sekretarev, Sh. Sultonov, V. Shalnev // Applied Mechanics and Materials. – 2015. – P. 446-450.

12. Shokhin D. Dzhuraev. Analysis of the Results of Higher Harmonic Modeling in the Electric Networks of the Republic of Tajikistan with Various Voltage Levels / Shokhin D. Dzhuraev, Vladmir N. Tulsky, Andrey V. Valianskii, Hamdy M. Sultan, Bekhruz J. Inoyatov. / IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, IEEE Russia North West Section. – January 29 – February 01, 2018. – Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI», St. Petersburg, Russia: 2018. Section 7. – P. 616 – 621.

13. Venkata Ramana B. Analysis of Active and Passive Power Filters For Power Quality Improvement under Different Load Conditions / B.Venkata Ramana, S.Dayasa-gar Chowdary, G.Venkata Ratnam. // International Journal of Advanced Research in Electrical**. –** Electronics and Instrumentation Engineering, Issue 8. – August 2014. – P. 11102 – 11115.

ТАЪМИНИ СИФАТИ ЭНЕРГИЯИ ЭЛЕКТРИКӢ ДАР СИСТЕМАҲОИ ЭНЕРГЕТИКИИ ДОРОИ БОРИ ҒАЙРИХАТТӢ

Ш.Ҷ. Ҷӯраев, Ш.М. Султонов

Дар мақола ҳолати кунунӣ ва пешрафти таъмини сифати энергияи электрикӣ дар системаи энергетикии Ҷумҳурии Тоҷикистон оварда шудааст. Дар асоси назорати асбобии сифати энергияи электрикӣ ва таҳлили адабиёти ватанӣ ва хориҷӣ сабабҳои паст будани сифати энергияи электрикӣ дар системаи энергетикии Ҷумҳурии Тоҷикистон муайян карда шудааст. Барои таъмини сифати энергияи электрикӣ дар система ва кори муътадили таҷҳизоти электрикии нерӯгоҳҳо, алгоритми ҳамоҳангии манбаъҳои энергияи электрикӣ ва қабулкунакҳои электрикие, ки дорои вобастагии волтамперии ғайрихаттӣ ҳастанд, оварда шудааст. Инчунин роҳҳои таъмини сифати энергияи электрикӣ дар системаи энергетикии Ҷумҳурии Тоҷикистон нишон дода шудааст. Бо ёрии модели математикии системаи энергетикии мазкур самаранокии ҷуброн кардани ҷараёнҳои ҳармонкаҳои олӣ аниқ карда шудааст. Барои ҷуброн кардани ҳармонкаҳои олӣ чорабиниҳои ташкилӣ, техникӣ, методӣ ва ҳамчунин тавсияҳои методӣ барои таъмини сифати энергияи электрикӣ дар системаи энергетикии Ҷумҳурии Тоҷикистон пешниҳод карда шудааст. Дар охири мақола хулосаҳои лозима оварда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: *сифати энергияи электрикӣ, ҷараёни ҳармонкаҳои олӣ, системаҳои электроэнергетикӣ, бори ғайрихаттӣ.*

ENSURING QUALITY OF ELECTRIC ENERGY IN THE POWER SUPPLY SYSTEMS CONTAINING NONLINEAR LOADING

Sh.D. Dzhuraev, Sh.M. Sultonov

In work the current state and the prospects of ensuring quality of the electric power in a power supply system of the Republic of Tajikistan is shown. On the basis of tool quality control of electric energy and the review of domestic and foreign literature the reason of deterioration of the electric power in a power supply system of the Republic of Tajikistan is established. For ensuring quality of the electric power

in a power supply system and normal operation of electric equipment of hydroelectric power stations the algorithm of the coordinated work of sources of the electric power from electroreceivers with the nonlinear volt-ampere characteristic is offered. Approaches for ensuring quality of the electric power in a power supply system of the Republic of Tajikistan are offered. On the basis of mathematical model of this power supply system the efficiency of compensation of currents of the highest harmonicas generated by nonlinear electroreceivers is presented. Organizational, technical and methodical actions for compensation of currents of the highest harmonicas are offered, methodical recommendations for ensuring quality of electric energy in a power supply system of the Republic of Tajikistan are also made and at the end of article necessary conclusions are drawn.

Keywords: *quality of the electric power, currents of the highest harmonicas, power supply system, nonlinear loading.*

Сведения об авторах:

Джураев Шохин Джураевич – аспирант кафедры «Электроэнергетические системы» НИУ «МЭИ, адрес: 111250, г. Москва, улица Красноказарменная 14, e-mail: dzhuraevsh@mpei.ru, тел: +7 (916) 5782532.

Султонов Шерхон Муртазокулович – кандидат технических наук, и.о. заведующего кафедрой «Электрические станции» ТТУ им. ак. М.С. Осими, адрес: 734042, г. Душанбе, пр. академиков Раджабовых 10, e-mail: sultonovsh@mail.ru тел: +992 (93) 700 4444.

УДК.631.

ВЛИЯНИЕ МЕСТНОСТИ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

А.К. Киргизов, З.С. Ганиев, Р.А. Джалилов

(Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими)

В статье рассматриваются основные тенденции использования возобновляемых источников энергии в мире. На сегодняшний день все развитые страны вкладывают большие финансовые ресурсы в использование

возобновляемых источников. Использование возобновляемых источников связано с истощением запасов полезных углеродистых ископаемых и уменьшением выбросов парниковых газов в атмосферу. В статье приведены основные, по мнению авторов, причины неправильного определения потенциала возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в Республике Таджикистан. В последние годы было построено большое количество малых гидроэлектростанций, которые работают малоэффективно. Для этого авторами предлагается более детальное изучение режима водотока и определение его потенциала по минимуму и максимуму притоков и возможности его использования. Влияние гидрологических, социально-экономических факторов на определение потенциала малых рек при строительстве малых гидроэлектростанций. Предлагается районирование малых водотоков для более детального определения мощности водотока и возможности сооружения на них малых ГЭС. Рассмотрены вопросы влияния высоты над уровнем моря на выдачу номинальной мощности установок возобновляемых источников энергии. Как показывает опыт эксплуатации и приведенный статистический анализ, на существующих малых ГЭС с высотой расположения над уровнем моря их номинальная мощность снижется, что связано с разряжённостью атмосферного воздуха. Обоснованы влияние высоты над уровнем моря на переход радиации на поверхность солнечной панели и выдачи установленной мощности, а также влияние высоты на розу ветров.

Ключевые слова: *потенциал, малые ГЭС, энергия, источник, водоток, солнечная радиация, гидроэнергетика, режим, сток, мощность, Таджикистан.*

Возобновляемые источники энергии мира (ВИЭ) по своим ресурсам превосходят невозобновляемые источники, что общеизвестно.

С учетом неистощимости ВИЭ, анализируя достоинства и недостатки обоих видов энергии, можно сделать вывод, что в будущем ВИЭ непременно займут большую долю в общем производстве. ВИЭ вполне могут стать

базовым рычагом обеспечения «Энергетической безопасности» на фоне истощения запасов ископаемых топлив. Высокая стоимость энергии является одним из недостатков, характерных почти для всех видов ВИЭ. Цена производимой энергии от ВИЭ год за годом падает и в скором времени ВИЭ смогут конкурировать с традиционными видами энергии и ископаемыми топливами. Результаты анализа статистических данных позволяют говорить о росте мировых инвестиций в ВИЭ. Так, если в 2008 году они составили 140 миллиардов долларов, то в 2009, 2010 и 2011 годах, соответственно – 160, 211 и 260 миллиардов долларов [1.2.3]. С ростом вложений в альтернативную энергетику наблюдается устойчивое увеличение электроэнергии, вырабатываемой электростанциями, работающими на возобновляемых энергетических ресурсах.

Таджикистан, как и большинство стран, не имеет достаточных углеводородных запасов, и вся энергия вырабатывается с использованием ВИЭ, особенно гидроэнергетики. Использование ВИЭ имеет множество нерешенных проблем, связанных с определением потенциала и режимами их работы в зависимости от их географического расположения. На сегодняшний день существует еще много проблем по использованию ВИЭ и единого подхода к решению всех недостатков.

Проектирование установок ВИЭ требует как технических, так и экономически-социальных решений. Несмотря на то, что Таджикистан в большинстве случаев использует гидроресурсы, однако необходимо разработать единый подход относительно решения проблем использования ресурсов малой гидроэнергетики.

В данной статье сделаем попытку сформулировать объективные препятствия, которые снижают роль и значение малой гидроэнергетики при создании децентрализованных зон электроснабжения в отдельных труднодоступных высокогорных районах Таджикистана на базе строительства малых ГЭС (МГЭС), чтобы в последующем разработать мероприятие и предлагать пути и способы, стимулирующие использование возобновляемых

источников энергии. К основным недостаткам процесса проектирования в сфере малой гидроэнергетики, которые стабильно повторяются за последние 25 лет независимости Таджикистана, относятся следующие:

-отсутствие схемы комплексного использования водных ресурсов основных рек;

-отсутствие бассейновых схем комплексного использования водных ресурсов;

-отсутствие локальных схем комплексного использования водных ресурсов отдельных водотоков;

-отсутствие информации о ресурсной базе малой гидроэнергетики в республике, слабая гидрологическая изученность малых водотоков;

-отсутствие соответствующего закона и ясно сформулированных государственных целей и приоритетов развития возобновляемых ресурсов, нет органов управления на региональных уровнях и научных центров;

-низкий уровень стандартизации и сертификации оборудования на стадии их размещения на заводах изготовителей других стран, неразвитость инфраструктуры, отсутствие квалифицированного обслуживающего персонала, недостаточный объём научно-технических и технологических разработок, недостаточный уровень технических знаний организаций, принимающих решения;

-низкая осведомленность общества о возможностях возобновляемых ресурсов, отсутствие широко поставленной пропаганды в средствах массовой информации возможностей и достоинств этих ресурсов;

-отсутствие необходимых научных и производственных кадров;

-слабая база предпроектных работ;

-низкий уровень разработки технико-экономических обоснований строительства МГЭС;

-игнорирование многовариантности технических решений при выборе основных параметров проекта;

-игнорирование местных условий при выборе основных сооружений гидроэнергетического комплекса;

-отсутствие методики водно-энергетических расчетов по определению гарантированной мощности МГЭС;

-игнорирование климатических условий при определении зимнего режима работы МГЭС.

Как видно, значительная часть перечисленных проблем является основополагающими разделами проблемы проектирования гидроэнергетических объектов, в том числе для МГЭС, многие из которых находят свои решения только на уровне государственных возможностей.

Учитывая вышеизложенные сложившие условия развития малой гидроэнергетики горных регионов Таджикистана, считаем своевременным разработку практических методик расчета основных энергетических показаний мини и МГЭС на стадии технико-экономического обоснования и строительства. Для этого необходимо проанализировать особенности гидрологических режимов малых водотоков и связанных с ними процессов ледостава, наноса и шугахода в указанных высокогорных районах Республики Таджикистан [3.4].

На определение потенциала реки также влияет его географическое расположение. При этом необходимо иметь минимум 10-летние данные о характерах изменения стока в каждом створе водотока. В условиях горных районов Таджикистана реки в основном протекают в V – образных ущельях и зачастую на 10 км выше поймы реки отсутствуют элементарные условия для строительства МГЭС. Кроме того, такие створы обычно обеспечены низкими гарантированными мощностями. С другой стороны, использование реки по всей длине более сложно и с точки зрения расположения населенных пунктов и лавинной опасности. Как показывает практика, в зависимости от высоты расположения МГЭС над уровнем моря возникает ряд проблем, которые необходимо учитывать при проектировании. Так как большинство МГЭС строится по режиму водотока, то необходимо определить режим работы

МГЭС, исходя их режима водотока. В основном, выбор мощности МГЭС базируется на эффективном использовании водных ресурсов существующей реки. Для этого необходимо показать среднемесячный расход воды в реке в нарастающем виде, сохраняя месячный сток в реке (рисунок 1).

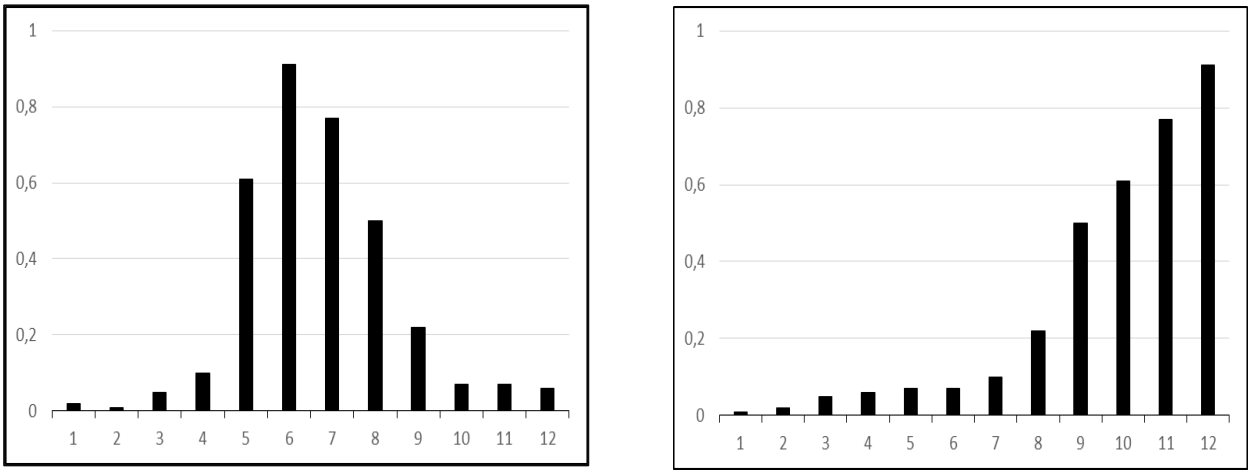


Рис. 1. Среднемесячный расход воды в реке

$$q_1 = A_0 + A_1 t + A_2 t^2 + A_3 t^3, м^3/с \qquad (1)$$

Определяя расход воды, можно определить мощность МГЭС:

$$P_{CT} = \eta g H_p q_p, кВт \qquad (2)$$

где

η *– КПД агрегата;*

H_p *– расчетный напор;*

q_p *– расчетный расход воды,* $м^3/с$.

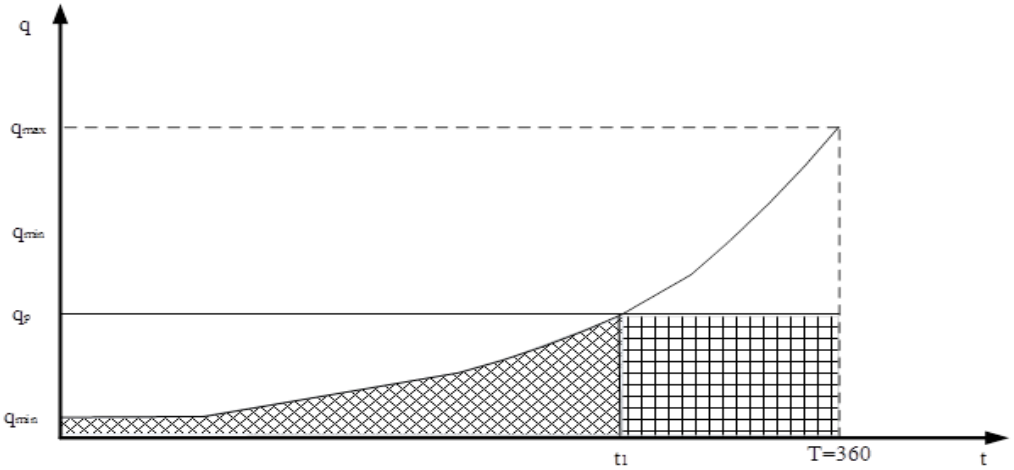


Рис.2. Функция работы МГЭС

Пресечение функции прямой делит годовой график работы МГЭС на два этапа:

1. 0-t_1–МГЭС работает по водотоку.

2. t_1–Т–МГЭС работает с номинальной мощностью.

Исходя из вышесказанного, определяем годовой сток через МГЭС по выражению:

$$Q_{rs} = 8.64*10^4 \left[\int_0^{t1} q_t dt + q_p (T - t_1) \right] \qquad (3)$$

Годовой сток реки

$$Q_{rp} = 8.64*10^4 \int_0^T q_t dt, м^3 \qquad (4)$$

При определении потенциала рек, как было отмечено выше, необходимо разделить их по районам расположения. Расположение рек по районам дает возможность более точно определить их потенциал, так как рельеф местности в районах значительно отличается друг от друга.

Для определения гидроэнергетического потенциала водотока с применением современной методологии также необходимо учитывать социально-экологические характеристики водотока. При этом экологические характеристики являются приоритетными и ограничивают работу МГЭС так называемыми «красными линиями» с выражениями [4,5,6].

$$Z_{ji}^{ВЕРХ} = \min\left(Z_{1i}^{max}, Z_{2i}^{max}, ..., Z_{li}^{max} \right) \qquad (5)$$

$$Z_{ji}^{НИЖ} = \max\left(Z_{1i}^{min}, Z_{2i}^{min}, ..., Z_{li}^{min} \right) \qquad (6)$$

Исходя из этого выработка электроэнргеии от МГЭС, кВт*час

$$W_r = 2.78*10^{-4} \eta g H_p Q_r, \qquad (7)$$

где

H_p измеряется в м и Q_p–$м^3$.

Принимая ориентировочно ηg=7.5, получим выработку

$$W_r = 20.83*10^{-4} * H_p Q_{rs} \qquad (8)$$

Таким образом, расчетная мощность малой ГЭС N_p может быть принята любой в пределах максимальной до минимальной среднесуточной мощности, обеспечиваемой водотоком. Гарантированным обычно оказывается вариант, при котором

$$N_{макс} > N_{гар} > N_{мин} \qquad (9)$$

Что касается второго примера, малой ГЭС с водохранилищем суточного регулирования, то водно-энергетические расчеты производят таким же образом, как показали выше, с разницей только в перераспределение расхода воды полезным объемом водохранилища с учетом покрытия графика нагрузки потребителей в суточном разрезе, т.е. в течение 24 часов.

Для этого необходимо решить следующие системы уравнения:

$$N_{гэс} = 9.81 Q_{гэс} \left(Z_{вб} - Z_{нб} - h_{ср} \right) \eta_{гэс} \qquad (10)$$

$$\left.\begin{array}{c} H = Z_{вб} - Z_{нб} - h_{ср} \\ W_в = \left(W_{вt} - W_в (t-1) \right) \\ Z_{вб} = Z_{вб} (W_в) \\ Z_{нб} = Z_{нб} (Q_{нб}) \\ H_{ср} = W_в \pm \Delta W \end{array}\right\} \qquad (11)$$

где

$Z_{вб}$, $Z_{нб}$ – *отметки верхнего и нижнего бьефов ГЭС, м;*

$W_{вt}$, $W_{в(t-1)}$ – *объём водохранилища в момент* t *и* $(t-1)$, *м*^{3}*;*

$Q_{нб}$ – *расход в нижнем бьефе, м*^{3}*/с;*

$h_{ср}$ – *глубина сработки водохранилища, м;*

t – *время, с.*

Решение системы уравнения сводится к сопоставлению притока воды с потреблением и перераспределением в соответствии с графиком нагрузки потребителей электроэнергии.

Необходимо отметить, что в практике проектирования такие расчеты выполняются в табличной форме. Такой способ достаточно разработан и совершенствован во многих работах разных авторов и иллюстрирован в технических литературах [8.9.10].

Высота расположения малой ГЭС также влияет на выдачу номинальной мощности. Как показывает опыт эксплуатации в зависимости от высоты расположения МГЭС, выдаваемая мощность снижается линейным образом, показанным в таблице 1.

С увеличением высоты над уровнем моря воздух становится более разряжённым и его охлаждающая способность ухудшается, что будет влиять на генераторы МГЭС, в большинстве своем имеющие воздушную систему охлаждения.

Таблица 1.

Снижение мощности МГЭС в зависимости от высоты

Наименование МГЭС	Марзич	Сомон	Ванч	Рушан	Хорог	Намад-гут	Ак-Су	Булун-кул
Высота МГЭС над уровнем моря, м	1000	1288	1815	1981	2075	2524	3576	3744
Мощность в % от номинальной	100	98	96	94	93	90	86	82

Как видно из таблицы, наблюдается снижение мошности примерно до 18 % от номинальной. Для МГЭС наблюдается снижение выдаваемой мощности, а для солнечных установок, наоборот, с увеличением высоты расположения их над уровнем моря солнечная радиация увеличивается, тем самым увеличивается выдаваемая мощность солнечных панелей показанных на рисунке 3.

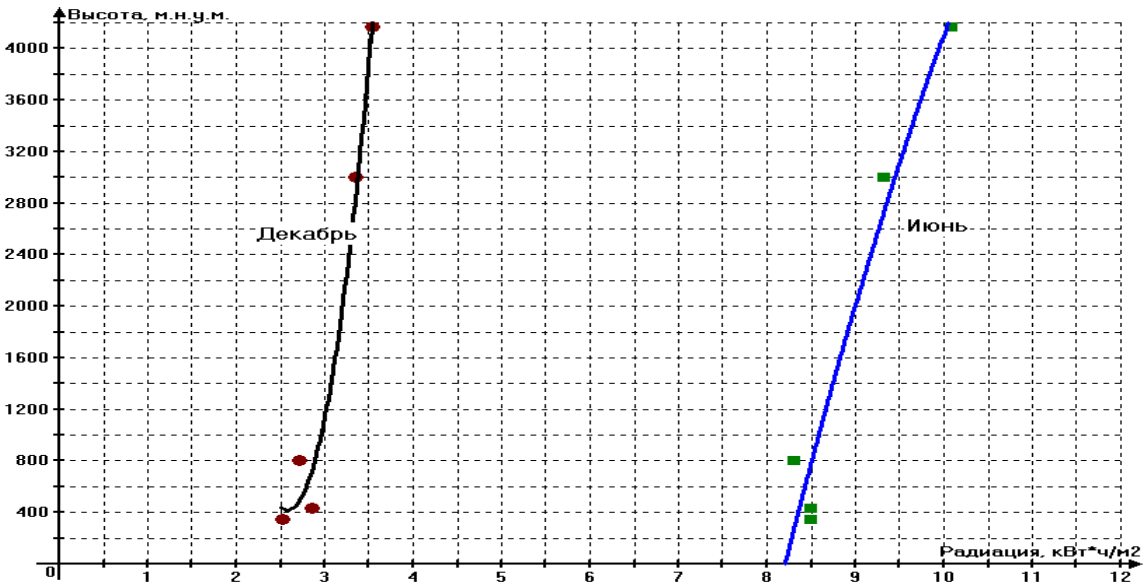


Рис.3. Изменение солнечной радиации от высоты

Заключение

Рассмотрение вопросов по определению потенциалов возобновляемых источников энергии пока единого подхода не имеет. Для каждой страны он может быть рассмотрен по-разному, исходя из их географического расположения, уровня страны, также внутри страны в зависимости от местности.

Литература:

1. Елистратов, В. В. Возобновляемые источники энергии и способы их использования (на примере Центрально-Азиатского региона)/В.В. Елистратов, В.П. Бреусов, М.А. Ташимбетов // СПб.: Изд-во «Нестор», 2005. – 135 с.

2. Bukarica, V. United nations development programme Tajikistan: Energy efficiency master plan for Tajikistan / V. Bukarica, Morvaj, S. Robic // Dushanbe, 2011. – 73 p.

3. Историк, Б.Л. Исследование в области нетрадиционной энергетики. / Б.Л. Историк//Гидротехническое строительство. – 1999. – Вып.8/9. – С. 81-84.

4. Киргизов, А.К. К вопросу использования малой гидроэнергетики в условиях Таджикистана./А. К. Киргизов. М. Б. Иноятов // Вестник Таджикского технического университета. – 2008. – № 2(18). – С. 38-42.

5. Киргизов, А.К. Потенциал нетрадиционных источников энергии в Таджикистане / А.К. Киргизов, С. Р. Расулов, У.У. Косимов // Энергетика: Экология, Надежность, Безопасность: материалы восемнадцатой Всеросс. науч.-техн. конф. / Томский политехнический университет. – Томск: «СПБ Графикс», – 2012. – С. 99-101.

6. Осадчий, Г.Б. Возобновляемые энергоисточники для автономного энергоснабжения / Г. Б. Осадчий // Энергетик. – 2002. – Вып. 4. – С. 23-25.

7. Petrov, G.N. Tajikistan`s Hydropower Resources. Central Asia and Caucasus / G.N. Petrov // Center for Social and Political Studies. Sweden. – 2003. – №33 (21), – pp. 153–161.

8. Роза А.В.да. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы / Роза Альдо В.да; Пер. с англ. Д.О.Лазарева и др.под ред.

С.П. Малышенко, О.С. Попеля. - Долгопрудный: Интеллект; М.: Издательский дом МЭИ, 2009. – 704 с.

9. Renewables 2013. Global status report. Renewable Energy Policy Network for the 21st Centure [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.ren21.net

10. Фортов, В.Е. Энергетика в современном мире/ В.Е. Фортов, О.С. Попель. – Издательский Дом «Интеллект».: Долгопрудный, 2011. – 168 с.

ТАЪСИРИ МУҲИТ БА МУАЙЯН НАМУДАНИ ЗАХИРАҲОИ МАНБАЪҲОИ БАРҚАРОРШАВАНДАИ ЭНЕРГИЯ

А.Қ. Қирғизов, З.С. Ғаниев

Дар мақола равандҳои асосии истифодаи манбаъҳои барқароршавандаи энергия дар ҷаҳон дида шудааст. Ба ҳоли ҳозир ҳамаи мамлакатҳои тараққикарда захираҳои калони молиявиро барои истифодаи манбаъҳои барқароршаванда мегузоранд. Истифодаи манбаъҳои барқароршаванда бо кам шудани захираҳои зеризаминии сӯзишворӣ ва кам шудани партовҳои газӣ ба атмосфера вобаста мебошад. Дар мақола мувофиқи ақидаи муаллифон сабабҳои асосии нодуруст муайян кардани имконияти манбаъҳои барқароршавандаи энергия (МБЭ) дар Ҷумҳурии Тоҷикистон оварда шудаанд. Дар солҳои охир миқдори бисёри нерӯгоҳҳои барқии обии хурд сохта шудаанд, ки камсамаранд. Барои ин муаллифон дақиқтар омӯхтани реҷаи обрав ва муайян кардани имкони онро аз рӯйи минимум ва максимуми ҷараён ва имконияти истифодаи он, ҳамчунон таъсири омилҳои гидрологӣ, иҷтимоию иқтисодиро барои муайян кардани имконоти дарёҳои хурд дар мавриди сохтмони нерӯгоҳҳои барқи обии хурд пешниҳод намудаанд. Ба ҳавзаҳо ҷудо намудани обравҳои хурд барои дақиқтар муайян кардани тавоноии обрав ва имконоти сохтани НБО-ҳои хурд дар онҳо пешниҳод карда шудааст. Масоили таъсири баландӣ нисбат ба сатҳи баҳр ба истеҳсоли тавоноии номиналии дастгоҳҳои манбаъҳои барқароршавандаи энергия дида шудаанд. Чуноне ки таҷрибаи баҳрабардорӣ ва таҳлили оморӣ дар НБО-ҳои хурди мавҷуда нишон медиҳад, бо баландии ҷойгиршавӣ нисбат ба сатҳи баҳр тавоноии

номиналиашон кам мешавад, ки бо кам шудани зичии ҳавои атмосферӣ вобаста мебошад. Таъсири баландӣ нисбат ба сатҳи баҳр ба гузашти радиатсия ба сатҳи панели (тахтаи, лавҳаи) офтобӣ ва додани тавонии муқарраршуда, ҳамчунон таъсири баландӣ ба самтҳои бод (роза ветров – гулбарги бодҳо) асоснок карда шудаанд.

Калид калимаҳо: захира, НБО-ҳои хурд, энергия, манбаъ, обрав, радиацияи офтоб, гидроэнергетика, реҷа, мачро, тавоноӣ, Тоҷикистон.

INFLUENCE OF THE AREA ON DETERMINATION OF POTENTIAL OF RENEWABLES

A.K. Kirgizov, Z.S. Ganiev, R.A. Jalilov

In article the main tendencies of use of renewables in the world are considered. Today all developed countries invest big financial resources in use of renewable sources. Use of renewable sources is connected with exhaustion of stocks of useful carbonaceous minerals and reduction of emissions of greenhouse gases in the atmosphere. In article the main, according to authors are brought, the reasons of the wrong determination of potential of the renewables (R) in the Republic of Tajikistan. In recent years a large number of small hydroelectric power stations which work ineffectively has been constructed. For this purpose, authors offer more detailed studying of the mode of a waterway and determination of his potential on a minimum and a maximum of inflows and a possibility of his use. Influence hydrological, socio-economic factors on determination of capacity of the small rivers at construction of small hydroelectric power stations. Division into districts of small water currents for more detailed determination of power of a waterway and a possibility of a construction on them small hydroelectric power stations is offered. Questions of influence of height above sea level on delivery of rated power of installations of renewables are considered. As shows operating experience and the provided statistical analysis, on the existing small hydroelectric power stations with arrangement height above sea level their rated power snizhtsya that is connected with a razryazhyonnost of atmospheric air. Are proved influence of height above sea level

on transition of radiation to the surface of the solar panel and delivery of rated capacity and also influence of height on a wind rose.

Keywords: potential, small hydroelectric power stations, energy, source, waterway, solar radiation, hydropower, mode, drain, power, Tajikistan.

Сведения об авторах:

Киргизов А.К. – к.т.н. старший преподаватель кафедры «Электрические станции» автор более 30 статей, e-mail: alifbek@mail.ru

Ганиев З.С. – старший преп. кафедры «Электрические станции» автор более 25 статей, e-mail: zoko1981@mail.ru

Джалилов Рустам Абдухамидович – кандидат технических наук, и.о. доцента кафедры «Теоретические основы радио и электротехники» ТТУ им. академика М.С. Осими, автор более 35 научных работ, область научных интересов – нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Контактная информация: тел. - (992 37) 918-61-43-79, e-mail:drustam@mail.ru.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ВДОЛЬ ВЛЭП НАПРЯЖЕНИЕМ 500 кВ С УЧЕТОМ СЛОЖНОСТИ РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ

С.Ш. Таваров, Г.Х. Маджидов, О.А. Мираков

(Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими)

В статье рассматривается моделирование распределения напряженности электрического поля вдоль воздушных линий электропередачи напряжением 500 кВ с учётом разнородности рельефа местности. Позволяющий оценивать значения напряженности электрического поля на уровне 1,8 м от земли независимо от изменения поверхности земли вдоль трассы прохождения данных линий.

***Ключевые слова**: электрическое поле, напряженность, рельеф местности, напряжения.*

Известно, что при превышении значения напряжённости электрического поля 1 и 5 кВ/м для населения и обслуживающего персонала воздушных линий электропередачи напряжением 500 кВ (ВЛЭП 500 кВ) и выше более 8 ч в течение длительного времени данные поля могут влиять негативно на их состояние здоровья [1–4].

Для определения численного значения напряжённости электрического поля наиболее распространенными и известными методами являются [1, 9]:

1. Использование расчетных уравнений;
2. Экспериментальные исследования или методы измерения.

Согласно известным уравнениям [1] по расчёту распределения напряжённости электрического поля (ЭП) вдоль трасс прохождения воздушных линий электропередачи различного класса напряжения, особенно напряжения 500 кВ и выше, при расчёте напряжённости электрического поля, как по поперечной, так и по продольной составляющей поверхность земли выбирается идеально плоская.

Что не соответствует реальности, так как поверхность земли не имеет идеально ровную поверхность. Использование же данных уравнений для определения напряженности ЭП для неровной поверхности получаемые результаты имеют большие относительные погрешности по сравнению с результатами измерения [5–8, 10,11].

В табл. 1 и 2 приводятся результаты распределения напряжённости ЭП, полученные расчётным путем, по общепринятым уравнениям со сравнением этих результатов с результатами, полученными экспериментальным путем, для пересечённой местности и при подъёме линий в гору.

Из табл. 1 видно, что в участках, где рельеф местности имеет неровную поверхность, результаты расчётов по общепринятым уравнениям относительно результатов измерения имеют наибольшую погрешность.

При выравнивании поверхности земли погрешность расчётов, как было отмечено выше, становится намного меньше и не превышает допустимых $\pm 10\%$.

Таблица 1.

Расчетные и измеренные значения напряженности ЭП
(пересеченный рельеф местности)

Расстояния между опорами, м	Под крайней фазой С	Между фазами В и С	Под средней фазой В	Между фазами А и В	Под крайней фазой А
40	2,70 (5,05)	1,93 (3,30)	1,37 (3,00)	1,93 (3,70)	2,70 (4,20)
50	2,86 (5,00)	2,05 (4,10)	1,48 (2,80)	2,05 (2,70)	2,86 (3,50)
60	2,99 (8,00)	2,16 (3,30)	1,57 (3,00)	2,16 (3,00)	2,99 (4,40)
70	3,19 (3,60)	2,32 (2,55)	1,71 (3,90)	2,32 (3,65)	3,19 (8,00)
80	3,23 (4,95)	2,35 (3,70)	1,73 (3,30)	2,35 (3,00)	3,23 (3,70)
90	3,32 (8,30)	2,42 (4,45)	1,80 (5,3)	2,42 (4,45)	3,32 (5,90)
100	3,38 (4,96)	2,47 (4,00)	1,84 (4,30)	2,47 (3,90)	3,38 (5,70)
110	3,39 (5,10)	2,47 (3,90)	1,85 (4,10)	2,47 (4,95)	3,39 (4,50)
120	3,39 (3,40)	2,48 (3,40)	1,85 (3,30)	2,48 (4,30)	3,39 (3,90)

Примечание *– в скобках приведены значения напряженности электрического поля, полученные при измерениях.*

Таблица 2.

Расчётные и измеренные значения напряжённости ЭП
(подъём линии в гору)

Расстояния между опорами, м	Под крайней фазой С	Между фазами В и С	Под средней фазой В	Между фазами А и В	Под крайней фазой А
80	3,44 (10,50)	2,50 (4,90)	1,88 (3,90)	2,50 (4,00)	3,44 (9,00)
100	4,03 (9,00)	2,98 (8,00)	2,33 (5,00)	2,98 (4,90)	4,03 (10,00)
120	4,8 (11,00)	3,63 (9,00)	2,98 (9,00)	3,63 (5,50)	4,80 (11,50)
140	5,77 (14,50)	4,35 (9,00)	3,77 (9,50)	4,35 (9,00)	5,77 (13,00)
160	6,80 (12,50)	5,14 (9,00)	4,74 (9,00)	5,14 (9,00)	6,80 (13,00)
180	7,90 (12,50)	5,90 (9,00)	5,77 (10,50)	5,90 (5,48)	7,90 (12,50)
200	8,86 (11,50)	6,52 (10,00)	6,68 (8,50)	6,52 (8,85)	8,86 (11,90)
220	8,99 (13,00)	6,60 (11,00)	6,81 (11,00)	6,60 (10,00)	8,99 (14,90)
240	8,47 (13,50)	6,27 (9,50)	6,29 (10,50)	6,27 (8,00)	8,47 (12,50)
260	7,86 (12,00)	5,86 (9,00)	5,69 (5,00)	5,86 (5,30)	7,86 (11,00)
280	6,75 (9,50)	5,08 (8,00)	4,65 (4,20)	5,08 (4,30)	6,75 (4,50)

Примечание *– в скобках приведены значения напряженности электрического поля, полученные при измерениях.*

Из результатов, приведенных в табл. 2, видно, что при подъёме воздушной линии в гору относительная погрешность между измеренными и расчётными значениями будет намного больше.

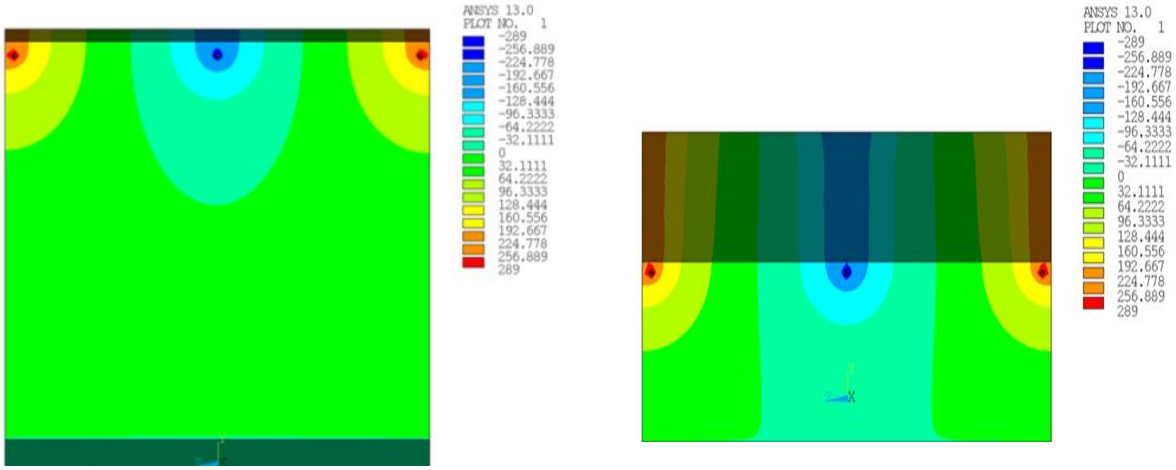
Таким образом, можно отметить, что результаты, получаемые экспериментальным путем, являются наиболее точными. Однако из–за сложности рельефа местности проведение экспериментов не всегда удобно, особенно в труднодоступных местностях. А также небезопасно для самого экспериментатора. Так как известно, что электрические поля имеют негативное влияние на организм человека [4].

Исходя из вышеотмеченного, в работе предлагается получение значений напряжённости электрического поля на уровне 1,8 м от поверхности земли численным методом. Т.е. моделированием распределения напряженности электрического поля с учетом фактора неровной поверхности земли. Преимуществом получения значения распределения напряжённости электрического поля по разработанной методике являются: ограничение времени получения результатов, безопасность и сходимость результатов с результатами, получаемыми экспериментальным путём. Главным недостатком можно отметить то, что в зависимости от задаваемого шага расчёта для получения более точной картины (желательно уменьшать шаг расчёта) требуются мощные технические параметры вычислительных компьютеров. Однако с учётом развития компьютерной эры и появления новых как мощных персональных, так и суперкомпьютерных кластеров эти недостатки можно устранить.

С учётом отмеченных недостатков для моделирования распределения напряженности электрического поля вдоль воздушной линии электропередачи напряжением 500 кВ по разработанной методике [5] был использован вычислительный кластер СКИФ «Аврора–ЮУрГУ». Модель трасс сети в трехмерном виде с размещением опор и поверхности рельефа местности строились в программном комплексе Solidworks. Моделирование же

распределения напряжённости электрического поля вдоль трасс сети производилось в программном комплексе Ansys 13.0.

На рис. 1 приведены модели карты распределения напряженности электрического поля в поперечном виде для пересечённой местности а) и при подъёме линий в гору б).



а) *б)*

Рис. 1 Распределение напряжённости ЭП ПЧ
а) (пересечённый рельеф местности), б) (подъём линии в гору)

В табл. 3 и 4 приведены результаты значения распределения напряжённости ЭП вдоль трасс сети на уровне 1,8 м от поверхности земли для пересечённой местности и при подъёме линий в гору, полученные по разработанной методике.

Таблица 3.

Расчетные и измеренные значения напряженности ЭП
(пересечённый рельеф местности)

расстояния между опорами, м	под крайней фазой С	между фазами В и С	под средней фазой В	между фазами А и В	под крайней фазой А
40	4,95	3,77	2,87	3,99	4.46
50	4,34	3,50	2,66	3,34	3,92
60	7,76	3,46	2,66	3,34	5,74
70	3,70	2,32	3,12	3,30	7,20
80	4,23	3,35	3,53	3,35	3,23
90	8,52	4,42	5,80	4,42	7,32
100	4,88	4,40	4,00	3,70	5,38
110	5,39	3,47	4,25	4,77	4,39
120	3,39	2,48	2,85	4,48	3,39

Таблица 4.

Расчетные и измеренные значения напряженности ЭП
(подъём линии в гору)

расстояния между опорами, м	под крайней фазой С	между фазами В и С	под средней фазой В	между фазами А и В	под крайней фазой А
80	10,10	5,92	3,70	5,70	10,20
100	8,20	7,42	4.65	5,70	9,50
120	11,52	8,80	10,10	6,56	11,52
140	14,18	8,42	9,10	8,60	14,58
160	11,52	8,68	8,65	8,56	12,64
180	12,85	9,92	9,40	8,89	12,84
200	13,00	9,30	10,00	9,30	12,50
220	13,18	10,42	9,10	8,60	15,58
240	15,18	7,82	9,20	7,60	12,58
260	11,52	8,80	6,92	7,60	10,20
280	8,20	7,42	4,65	5,70	5,92

Полученные результаты, приведённые в табл. 3 и 4 по разработанной методике в программной среде Ansys 13 с использованием для расчетов вычислительного кластера СКИФ «Аврора–ЮУрГУ» и сравнённые с результатами, полученными экспериментальным путём, показали, что относительная погрешность не превышает 10%.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Моделирование распределения напряжённости ЭП вдоль трасс сети напряжением 500 кВ и выше по разработанной методике позволит получить значения напряженности ЭП, схожие с результатами экспериментов с учётом допустимых относительных погрешностей.

2. Обеспечить безопасность экспериментатора и время замеров.

3. Получить более реальную картину распределения напряженности ЭП вдоль трасс сети воздушных линий электропередачи напряжением 500 кВ с различным шагом моделирования.

Литература:

1. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках [Текст] / П.А. Долин. – М.: Энергия, 1979. – 408 с.

2. РД № 34.03.604-81. Руководящие указания по защите персонала, обслуживающего распределительные устройства и воздушные линии электропередачи переменного тока напряжением 400, 500 и 750 кВ, от

воздействия электрического поля: утв. 29.12.1980 Министерством энергетики и электрификации СССР.

3. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда: Р 2.2.2006-05: Введено в действие с 1 ноября 2005 г./Издательство: «ДЕАН», 2006. – 239 с.

4. СанПиН 2.2.4.1191 – 03. Физические факторы производственной среды. Электромагнитные поля в производственных условиях [Текст]. – М.: Министерство здравоохранения Российской Федерации, 2003.

5. Сидоров А.И. Руководящий документ как средства улучшения условия труда линейного персонала ОАХК «Барки Точик» [Текст] / А.И. Сидоров, С.Ш. Таваров // Электробезопасность. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014. – С. 35 – 43.

6. Сидоров А.И. Карты распределения напряженности электрического поля вдоль ВЛЭП 500 кВ, построенные в Ansys 13 с применением вычислительного кластера «СКИФ Аврора» [Текст] / А.И. Сидоров, С.Ш. Таваров//Достижения науки – агропромышленному производству: материалы LIII междун. научно-техн. конф. Челябинск: ЧГАА, 2014.-Ч. IV.-С. 173-177.

7. Сидоров А.И. Моделирование электрического поля промышленной частоты вдоль ВЛЭП 500 кВ в программе Ansys 13 с применением вычислительного кластера «СКИФ Аврора»/А.И. Сидоров, С.Ш. Таваров, Б.В. Севастьянов, Р.О. Шадрин // Вестник Ижевского государственного технического университета имени М.Т. Калашникова. Серия «Управления вычислительной техники и инф.».-2014.-№1(61).-С 122-123.

8. Сидоров А.И. Построение карты напряженности электрического поля с учетом рельефа местности и температуры воздуха [Текст] / А.И. Сидоров, С.Ш. Таваров // Вестник Южно–Уральского государственного университета. Серия «Энергетика». – 2013. – Т.13. – №1 – С. 52 – 54.

9. Сидоров А.И. Электромагнитные поля вблизи электроустановок сверхвысокого напряжения: монография / А.И. Сидоров, И.С. Окраинская. – Челябинск: Изд–во: ЮУрГУ, 2008. – 204 с.

10. Таваров С.Ш. О методике построения карты напряженности электрического поля вдоль ВЛЭП 500 кВ [Текст] / С.Ш. Таваров // Вестник Южно–Уральского государственного университета. Серия «Энергетика». – 2012. – Выпуск 18. –№37(296). – С. 138–139.

11. Таваров, С.Ш. Защита линейного персонала, обслуживающего линии электропередачи напряжением 500 кВ в Республике Таджикистан: дис. … канд. техн. наук [Текст] / С.Ш. Таваров. – Челябинск, 2014. – 115 с.

АМСИЛАБАРДОРИИ ТАҚСИМОТИ ШАДИДИЯТИ МАЙДОНИ ЭЛЕКТРИКӢ ДАР ДАРОЗИИ ХИЭ-И ШИДДАТИ 500кВ БО НАЗАРДОШТИ МАҲАЛЛИ РЕЛЕФАШ МУРАККАБ

С.Ш. Таваров, Г.Х. Мачидов, О.А. Мираков

Дар мақола амсилабардории тақсимоти шадидияти майдони электрикӣ дар дарозии хати интиқоли электрикии шиддаташ 500 кВ бо назардошти релефҳои гуногуни маҳаллӣ дида шудааст. Қимати баҳогузории иҷозатдодашудаи шадидияти майдони электрикӣ дар сатҳи 1,8 м аз замин бо тағйирёбии қисми болоии замин дар дарозии хати гузариши додашуда новобаста мебошад.

Калимаҳои калидӣ: майдони электрикӣ, шадидият, релефи маҳаллӣ, шиддат.

MODELLING OF DISTRIBUTION of ELECTRIC FIELD STRENGTH ALONG VLEP OF 500 kv TAKING INTO ACCOUNT COMPLEXITY OF THE LAND RELIEF

S.Sh. Tavarov, G. Kh. Madjidov, O.A. Mirakov

In article modeling of distribution of electric field strength along air-lines of an electricity transmission of 500 kV taking into account heterogeneity of a land relief is considered. Allowing to estimate values of electric field strength at the level of 1,8 m from the earth irrespective of change of the Earth's surface along the route of passing of these lines.

Keywords: electric field, tension, land relief, tension.

Сведения об авторах:

1. Таваров Саиджон Ширалиевич – к.т.н., ст. преподаватель кафедры «Электроснабжение», ТТУ им. акад. М.С. Осими. E-mail: tabarovsaid@mail.ru

2. Маджидов Гафуржон Хушбахтович – ассистент кафедры «Электроснабжение», ТТУ им. акад. М.С. Осими. E-mail: madjidov-1970@mail.ru.

3. Мираков Озод Абдуласанович – ст. преподаватель кафедры «Электроснабжение», ТТУ им. акад. М.С. Осими. E-mail: mirakov85@mail.ru.

МОДЕЛЬ НАДЕЖНОСТИ КОНТАКТОРА ПОСТОЯННОГО ТОКА С УЧЕТОМ СВОЙСТВ ЕГО СТРУКТУРЫ

И.М. Хошмухамедов, О.В. Косарева-Володко, Ш.З. Нажмудинов, М.С. Холиков

(ГИ НИТУ МИСиС РФ[1,2], Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии АН РТ[3], Министерство энергетики и водных ресурсов РТ[4])

Рассматривается вопрос моделирования надежности функционирования контактора релейно-контакторной схемы в электротехнических системах горных машин (ГМ), работающих на основе постоянного тока, с целью дальнейшего обеспечения разработки, создания и применения перспективных схем постоянных контакторов в релейно-контакторных схемах ГМ, способствующих снижению уровня отказов и повышению эксплуатационной энергоэффективности.

Ключевые слова: *контактор, надежность, вероятность отказа, математическое моделирование, электрический аппарат, электротехническая система, горные машины.*

Вероятность отказов электрических аппаратов управления в электротехнических системах (ЭТС) широкого спектра горных машин, а также ряда машин наземного транспорта, которые основаны на использовании постоянного тока, во многом определяют степень надежности их работы и, следовательно, надежность машин и оборудования в целом, что в конечном итоге напрямую влияют на энергоэффективность, эксплуатационную производительность и, как следствие, на стоимость единицы выполняемых работ эксплуатируемой техники.

Согласно определенным требованиям по нормированию показателей надежности, при создании новой машины полагается необходимым установить и обеспечить такой уровень надежности, чтобы в течение времени эксплуатации машины были гарантированы безопасность и высокая эффективность работы [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]. Нормированию, как правило, подлежат, в первую очередь, вероятность безотказной работы изделия с

оценкой продолжительности периода, в течение которого она оценивается и при этом допустимое значение вероятности безотказной работы является мерой для оценки последствий отказа, которые могут быть самыми разнообразными – от незначительного материального ущерба до катастрофического.

Отказы электрических аппаратов (ЭА) в ЭТС горных машин зависят от свойства структуры материалов, режимов нагружения и напряженности эксплуатации машин в течение смены (рис. 1). Такие отказы количественно оцениваются вероятностно-статистическими характеристиками. Наряду с другими, отказы релейно-контакторной схемы карьерных экскаваторов относятся к наиболее представительным типам отказов [10], где одним из важных узлов являются контакторы.

В технических условиях на производство и эксплуатацию контакторов учитывается необходимость соблюдения установочных геометрических параметров между узлами и деталями. Изменение этих параметров существенно влияет на коммутацию, работу электромагнитной системы, изоляцию и др., что приводит к тяжелым видам отказов.

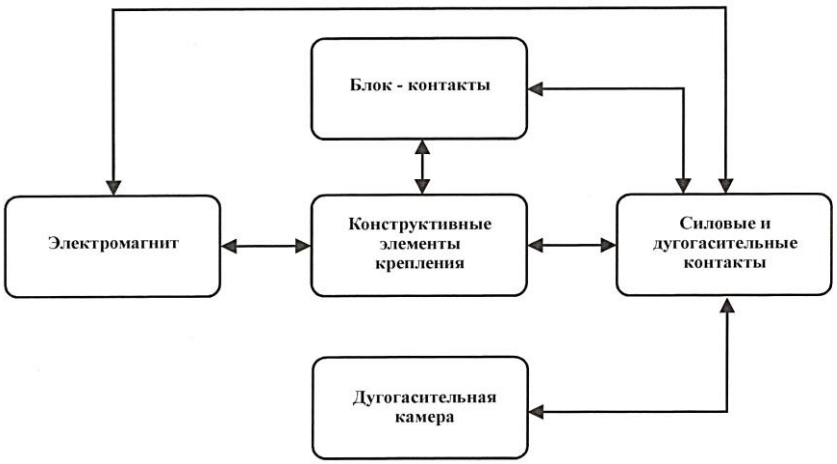


Рис.1. Структурно-функциональная схема электромагнитного контактора серии КМП-401

Структура электромагнитного контактора серии КМП-401 состоит из различных элементов и соединения между контактируемыми элементами весьма разные, в том числе сварные, паяные, болтовые соединения, посадки и др. При этом условия эксплуатации этих элементов зависят от постоянства их

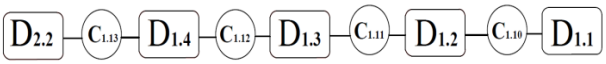
характеристик, а качество самих элементов определяется производственными условиями их изготовления. В связи с этим при воздействии различных факторов параметры элементов ЭТС, в том числе элементов контактора изменяются, и при достижении некоторого допустимого уровня происходит разрушение узла. Резервом для снижения уровня отказов и повышения уровня эксплуатационной энергоэффективности может служить математическое моделирование вероятности отказа контактора релейно-контакторной схемы ЭТС ГМ на стадии проектирования [11, 12].

С этой целью, в соответствии со структурно-функциональной моделью подсистемы конструктивных элементов крепления (рис 2) выполняем моделирование вероятности ее отказа за время работы Т.

Принимаем следующие обозначения: вероятность отказа элемента в подсистеме равна Q_i, где i - номер подсистемы, а j - порядковый номер элемента в подсистеме. Математические модели для узлов будут обозначаться в виде:

и т.д., где k - уровень формирования узла в структуре.

Уравнение для звена (Г- образное ярмо - сердечник) A_1^1:

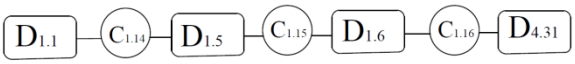


Элементами данного звена являются: $D_{2.2}$ - сердечник; $D_{1.2}, D_{1.3}$ - шайба; $D_{1.4}$ - болт; $D_{1.1}$ - Г-образное ярмо.

Уравнение вероятности возникновения отказа звена A_1^1 имеет вид:

$$Q_{A_1^1}(T) = Q_{2.2} + (1-Q_{2.2})Q_{1.3} + (1-Q_{2.2})(1-Q_{1.13})Q_{1.4} + (1-Q_{2.2})(1-Q_{1.13})(1-Q_{1.4})Q_{1.12} +$$
$$(1-Q_{2.2})(1-Q_{1.13})(1-Q_{1.4})(1-Q_{1.2})Q_{1.3} + (1-Q_{2.2})(1-Q_{1.13})(1-Q_{1.4})(1-Q_{1.12})(1-Q_{1.3})$$
$$Q_{1.11} + (1-Q_{2.2})(1-Q_{1.13})(1-Q_{1.4})(1-Q_{1.12})(1-Q_{1.3})(1-Q_{1.11})Q_{1.2} + (1-Q_{2.2})(1-Q_{1.13})(1-Q_{1.4})$$
$$(1-Q_{1.12})(1-Q_{1.3})(1-Q_{1.11})(1-Q_{1.2})Q_{1.10} + (1-Q_{2.2})(1-Q_{1.13})(1-Q_{1.4})(1-Q_{1.12})(1-Q_{1.3})$$
$$(1-Q_{1.11})(1-Q_{1.2})(1-Q_{1.10})Q_{1.1}$$

Для звена (Г-образное ярмо, $D_{1.1}$ - дугогасительный рог $D_{4.31}$) B_1^1:



где

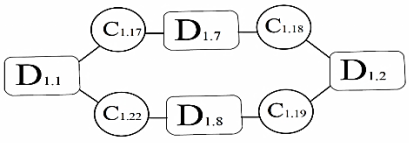
$D_{1.5}$ - *шайба;*

$D_{1.6}$ - *болт.*

Здесь уравнение вероятности возникновения отказа имеет вид:

$$Q_{B_1^1}(T) = Q_{1.1} + (1-Q_{1.1})Q_{1.14} + (1-Q_{1.1})(1-Q_{1.14})Q_{1.5} + (1-Q_{1.1})(1-Q_{1.14})(1-Q_{1.5})Q_{1.15} + (1-Q_{1.1})$$
$$(1-Q_{1.14})(1-Q_{1.5})(1-Q_{1.15})Q_{1.6} + \ldots + (1-Q_{1.1})(1-Q_{1.14})(1-Q_{1.5})(1-Q_{1.15})(1-Q_{1.6})(1-Q_{1.16})Q_{4.31}$$

Для звена C_1^1:



где

$D_{1.1}$ - *Г-образное ярмо;*

$D_{1.7}, D_{1.8}$ - *заклепка;*

$D_{4.2}$ - *неподвижный силовой контакт.*

Уравнение вероятности возникновения отказа имеет вид:

$$Q_{C_1^1}(T) = Q_{1.1} + (1-Q_{1.1})Q_{1.17} + (1-Q_{1.1})(1-Q_{1.17})Q_{1.7} + (1-Q_{1.1})(1-Q_{1.17})(1-Q_{1.7})Q_{1.18} + \ldots$$
$$+ (1-Q_{1.1})(1-Q_{1.17})(1-Q_{1.7})(1-Q_{1.18})(1-Q_{4.2})(1-Q_{1.19})(1-Q_{1.8})(1-Q_{1.22})Q_{1.1}$$

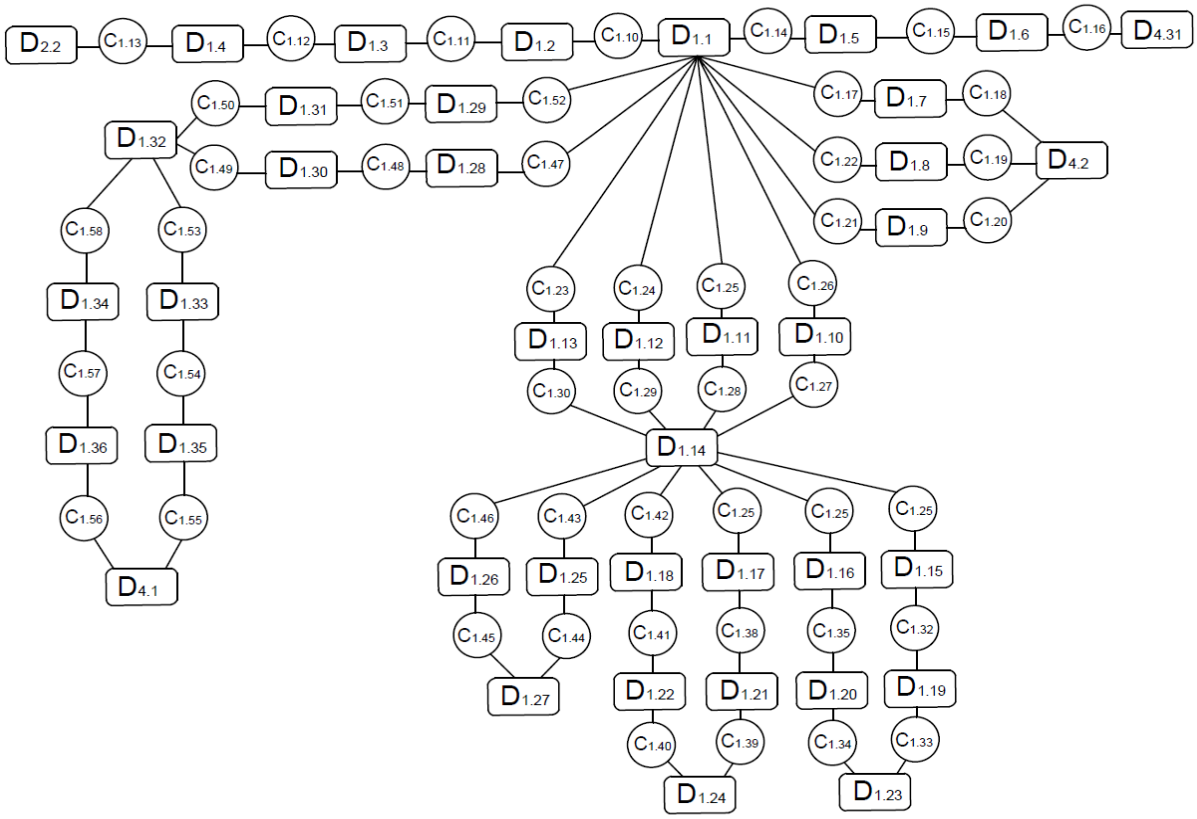
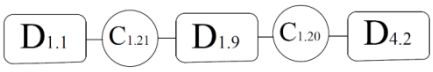


Рис. 2. Структурно-функциональня схема конструктивных элементов крепления контактора постоянного тока серии КМП-401

Для звена D_1^1:



где

$D_{1.1}$ - Г-образное ярмо;

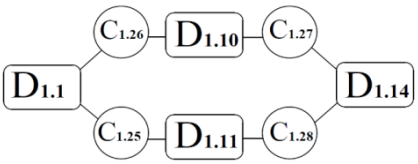
$D_{1.9}$ - заклепка;

$D_{4.2}$ - неподвижный силовой контакт.

Уравнение вероятности возникновения отказа имеет вид:

$$Q_{D_1^1}(T) = Q_{1.1} + (1-Q_{2.1}) + (1-Q_{1.1})(1-Q_{1.21})Q_{1.9} + (1-Q_{1.1})(1-Q_{1.21})(1-Q_{1.9})Q_{1.20} + (1-Q_{1.1})$$
$$(1-Q_{1.21})(1-Q_{1.9})(1-Q_{1.20})Q_{4.2}$$

Для узла (Г-образное ярмо $D_{1.1}$ - кронштейн $D_{1.14}$) E_1^1:



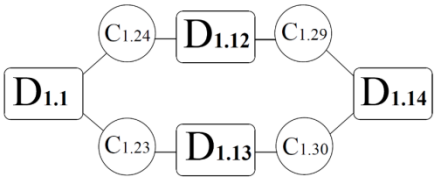
где

$D_{1.10}$, $D_{1.11}$ - заклепка.

Уравнение вероятности возникновения отказа имеет вид:

$$Q_{E_1^1}(T) = Q_{1.1} + (1-Q_{1.1}) + (1-Q_{1.26}) + (1-Q_{1.1})(1-Q_{1.26})Q_{1.10} + \ldots + (1-Q_{1.11})(1-Q_{1.26})(1-Q_{1.27})$$
$$(1-Q_{1.14})(1-Q_{1.28})(1-Q_{1.11})(1-Q_{1.25})Q_{1.1}$$

Для узла (Г-образное ярмо $D_{1.1}$ - кронштейн $D_{1/4}$) F_1^1:



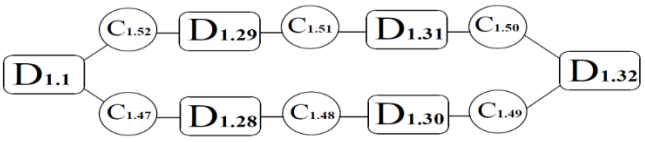
где

$D_{1.12}$, $D_{1.13}$ - заклепка.

Уравнение вероятности возникновения отказа имеет вид:

$$Q_{F_1^1}(T) = Q_{1.1} + (1-Q_{1.1})Q_{1.24} + (1-Q_{1.1})(1-Q_{1.24})Q_{1.12} + (1-Q_{1.1})(1-Q_{1.24})(1-Q_{1.12})Q_{1.29} + \ldots$$
$$+ (1-Q_{1.1})(1-Q_{1.24})(1-Q_{1.12})(1-Q_{1.29})(1-Q_{1.14})(1-Q_{1.30})(1-Q_{1.13})(1-Q_{1.23})Q_{1.1}$$

Для фигурной пластины G_1^1



где

$D_{1.1}$ - *Г-образное ярмо;*

$D_{1.28}$, $D_{1.29}$ - *шайба;*

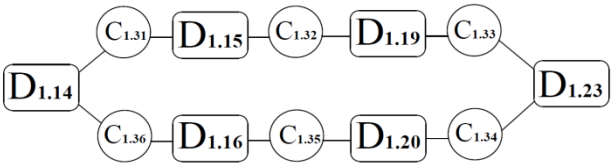
$D_{1.30}$, $D_{1.31}$ - *болт;*

$D_{1.32}$ - *фигурная пластина.*

Уравнение вероятности возникновения отказа фигурной пластины имеет вид:

$$Q_{G_1^1}(T) = Q_{1.1} + (1-Q_{1.1})Q_{1.47} + (1-Q_{1.1})(1-Q_{1.47})Q_{1.28} + (1-Q_{1.1})(1-Q_{1.47})(1-Q_{1.28})Q_{1.48} + \ldots$$
$$+ (1-Q_{1.1})(1-Q_{1.47})(1-Q_{1.28})(1-Q_{1.30})(1-Q_{1.49})(1-Q_{1.32})(1-Q_{1.50})(1-Q_{1.31})(1-Q_{1.51})(1-Q_{1.29})$$
$$(1-Q_{1.52})Q_{1.1}$$

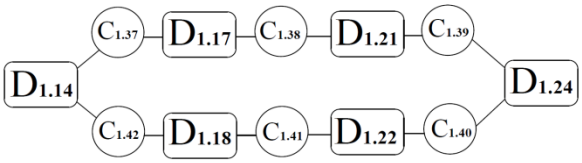
Для пластины H_1^1:



Уравнение вероятности возникновения отказа имеет вид:

$$Q_{H_1^1}(T) = Q_{1.14} + (1-Q_{1.14})Q_{1.31} + (1-Q_{1.14})(1-Q_{1.31})Q_{1.15} + (1-Q_{1.14})(1-Q_{1.31})(1-Q_{1.15})Q_{1.32} + \ldots$$
$$+ (1-Q_{1.14})(1-Q_{1.31})(1-Q_{1.15})(1-Q_{1.32})(1-Q_{1.19})(1-Q_{1.33})(1-Q_{1.23})(1-Q_{1.34})(1-Q_{1.20})(1-Q_{1.35})$$
$$(1-Q_{1.15})(1-Q_{1.36})Q_{1.14}$$

Для пластины I_1^1:



где

$D_{1.14}$ - *кронштейн;*

$D_{1.17}$, $D_{1.18}$ - *шайба;*

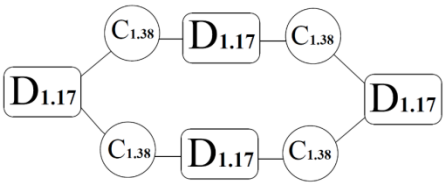
$D_{1.21}$, $D_{1.22}$ - *винт;*

$D_{1.24}$ - *пластина.*

Уравнение вероятности возникновения отказа пластины имеет вид:

$$Q_{I_1^1}(T) = Q_{1.14} + (1-Q_{1.14})Q_{1.37} + (1-Q_{1.14})(1-Q_{1.37})Q_{1.17} + (1-Q_{1.14})(1-Q_{1.37})(1-Q_{1.17})Q_{1.38} +$$
$$(1-Q_{1.14})(1-Q_{1.37})(1-Q_{1.17})Q_{1.38} + (1-Q_{1.14})(1-Q_{1.37})(1-Q_{1.17})(1-Q_{1.38})Q_{1.21}) + \ldots + (1-Q_{1.14})$$
$$(1-Q_{1.37})(1-Q_{1.17})(1-Q_{1.28})(1-Q_{1.21})(1-Q_{1.39})(1-Q_{1.24})(1-Q_{1.40})(1-Q_{1.22})(1-Q_{1.41})(1-Q_{1.18})$$
$$(1-Q_{1.42})Q_{1.14}$$

Для пластины основания J_1^1:



где

$D_{1.14}$ - кронштейн;

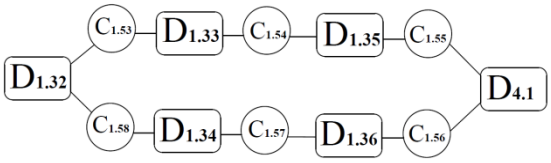
$D_{1.25}$, $D_{1.26}$ – заклепка;

$D_{1.27}$ – пластина основания.

Уравнение вероятности возникновения отказа имеет вид:

$$Q_{J_1^1}(T) = Q_{1.14} + (1-Q_{1.14})Q_{1.43} + (1-Q_{1.14})(1-Q_{1.43})Q_{1.25} + (1-Q_{1.14})(1-Q_{1.43})(1-Q_{1.25})Q_{1.44} + \ldots$$
$$+ (1-Q_{1.14})(1-Q_{1.43})(1-Q_{1.25})(1-Q_{1.44})(1-Q_{1.27})(1-Q_{1.45})(1-Q_{1.26})(1-Q_{1.46})Q_{1.14}$$

Для узла K_1^1:



где

$D_{1.32}$ - фигурная пластина;

$D_{1.33}$, $D_{1.34}$ - шайба;

$D_{1.35}$, $D_{1.36}$ - пружина;

$D_{4.1}$ - якорь.

Уравнение вероятности возникновения отказа узла имеет вид:

$$Q_{K_1^1}(T) = Q_{1.32} + (1-Q_{1.32})Q_{1.53} + (1-Q_{1.32})(1-Q_{1.53})Q_{1.33} + (1-Q_{1.32})(1-Q_{1.53})(1-Q_{1.33})Q_{1.54} +$$
$$(1-Q_{1.32})(1-Q_{1.53})(1-Q_{1.33})Q_{1.54}) + (1-Q_{1.32})(1-Q_{1.53})(1-Q_{1.33})(1-Q_{1.54})Q_{1.35} + \ldots + (1-Q_{1.32})$$
$$(1-Q_{1.53})(1-Q_{1.33})(1-Q_{1.54})(1-Q_{1.35})(1-Q_{1.55})(1-Q_{4.1})(1-Q_{1.56})(1-Q_{1.36})(1-Q_{1.57})(1-Q_{1.34})$$
$$(1-Q_{1.58})Q_{1.32})$$

Для неподвижного силового контакта $A_1^2 : C_1^1 - D_1^1$

Уравнение вероятности возникновения отказа неподвижного силового контакта имеет вид:

$$Q_{A_1^2}(T) = Q_{C_1^1} + (1-Q_{C_1^1})Q_{D_1^1}$$

Для кронштейна $B_1^2 : E_1^1 - F_1^1$

Уравнение вероятности возникновения отказа кронштейна имеет вид:

$$Q_{B_1^2}(T) = Q_{E_1^1} + (1-Q_{E_1^1})Q_{F_1^1}$$

Для узла $C_1^2 : H_1^1 - I_1^1 - j_1^1$

Уравнение вероятности возникновения отказа имеет вид:

$$Q_{C_1^2}(T) = Q_{E_1^1} + (1 - Q_{E_1^1})Q_{F_1^1} + (1 - Q_{E_1^1})(1 - Q_{F_1^1})Q_{J_1^1}$$

Для узла $A_1^3 : B_1^2 - C_1^2$

Уравнение вероятности возникновения отказа имеет вид:

$$Q_{A_1^3}(T) = Q_{B_1^2} + (1 - Q_{B_1^2})Q_{C_1^2}$$

Для узла $D_1^2 : G_1^1 - K_1^1$ уравнение вероятности возникновения отказа узла имеет вид:

$$Q_{D_1^3}(T) = Q_{G_1^1} + (1 - Q_{G_1^2})Q_{K_1^2}$$

Надежность работы любого узла определяется качеством и состоянием соединения элементов. Поэтому при формировании вероятностно-статистических моделей надежности подсистемы конструктивных элементов крепления учтены параметры соединений. К ним относятся различные виды соединений элементов: $C_{1.10}$ - $C_{1.58}$.

В конечном виде уравнение для вероятности отказов подсистемы конструктивных элементов крепления определится из выражения:

$$A_1^4 : A_1^1 - D_1^2 - A_1^3 - A_1^2 - B_1^1$$

Уравнение вероятности возникновения отказа подсистемы имеет вид:

$$Q_{C_1^2}(T) = Q_{A_1^1} + (1 - Q_{A_1^1})Q_{A_1^2} + (1 - Q_{A_1^1})(1 - Q_{A_1^2})Q_{A_1^3} + (1 - Q_{A_1^1})(1 - Q_{D_1^2})(1 - Q_{A_1^3}) *$$
$$Q_{A_1^2} + (1 - Q_{A_1^1})(1 - Q_{D_1^2})(1 - Q_{A_1^3})(1 - Q_{A_1^2})Q_{B_1^1}$$

Подставив в данное уравнение вероятности отказа звеньев и узлов, получаем количественную оценку вероятности отказа рассматриваемой подсистемы. Аналогично выполняются структурно-вероятностные модели следующих подсистем:

Электромагнитная подсистема (рис.3):

Уравнение вероятности возникновения отказа подсистемы имеет вид:

$$Q_{A_3^3}(T) = Q_{B_2^1} + (1 - Q_{B_3^1})Q_{A_2^2} + (1 - Q_{B_2^1})(1 - Q_{A_2^2})Q_{C_2^1}$$

Подсистема блок-контактной группы (рис.4):

Уравнение вероятности возникновения отказа подсистемы имеет вид:

$$Q_{A_3^4}(T) = Q_{A_3^3} + (1 - Q_{A_3^3})Q_{B_3^2}$$

Подсистема силовых и дугогасительных контактов (рис. 5):

Уравнение вероятности возникновения отказа подсистемы имеет вид:

$$Q_{A_4^4}(T) = Q_{A_4^3} + (1-Q_{A_4^3})Q_{G_4^1} + (1-Q_{A_4^3})(1-Q_{G_4^1})Q_{D_4^2} + (1-Q_{A_4^3})(1-Q_{G_4^1})$$
$$(1-Q_{D_4^2})Q_{B_4^3}$$

Подсистема дугогасительной камеры (рис.6):

Уравнение вероятности возникновения отказа подсистемы имеет вид:

$$Q_{A_5^4}(T) = Q_{A_5^1} + (1-Q_{A_5^1})Q_{B_5^1} + (1-Q_{A_5^1})(1-Q_{B_5^1})Q_{C_5^1} + (1-Q_{A_5^1})(1-Q_{B_5^1})(1-Q_{C_5^1}) *$$
$$Q_{A_5^2} + (1-Q_{A_5^1})(1-Q_{B_5^1})(1-Q_{C_5^1})(1-Q_{A_5^2})Q_{G_5^1} + \ldots + (1-Q_{A_5^1})(1-Q_{B_5^1})(1-Q_{C_5^1})$$
$$(1-Q_{A_5^2})(1-Q_{G_5^1})(1-Q_{H_5^1})(1-Q_{A_5^3})(1-Q_{H_5^1})Q_{G_5^1}$$

Уравнение общей модели вероятности отказа силового контактора имеет вид:

$$Q(E) = Q\left\{E^{(1)}(T)\right\} + \sum_{i=2}^{5}\prod_{j=1}^{i=1}\left[1 - Q\left\{E^{(j)}(T)\right\}\right]Q\left\{E^{(i)}(T)\right\}$$

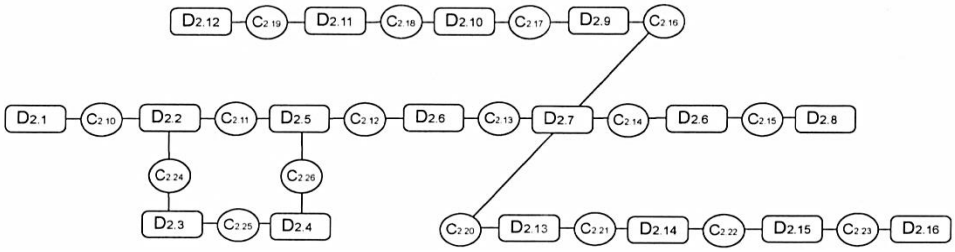


Рис. 3. Структурно-функциональная схема электромагнита

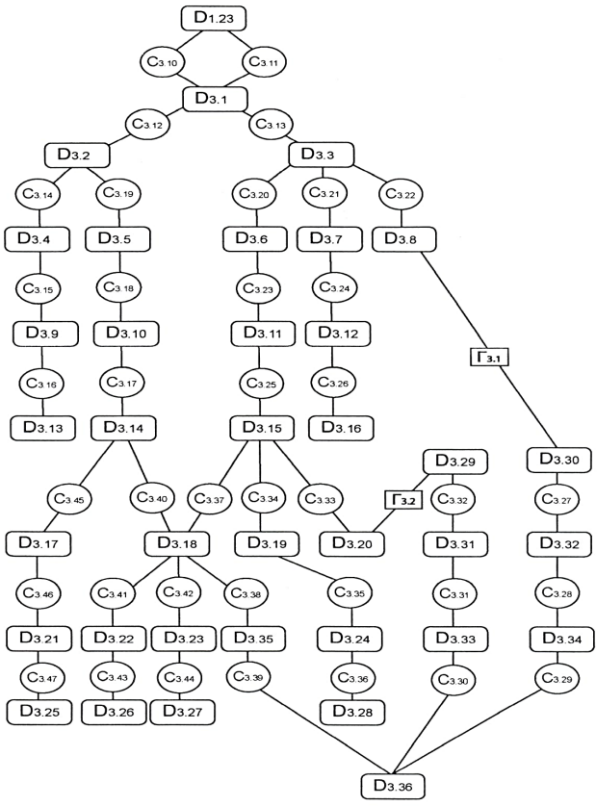


Рис. 4. Структурно-функциональная схема блок-контактов

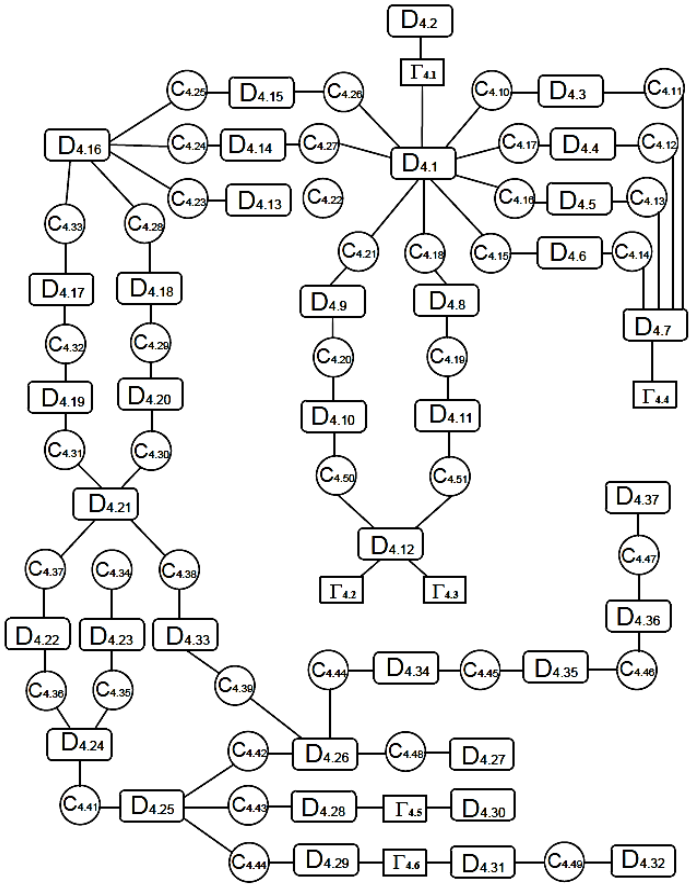


Рис. 5. Структурно-функциональная схема силовых и дугогасительных контактов

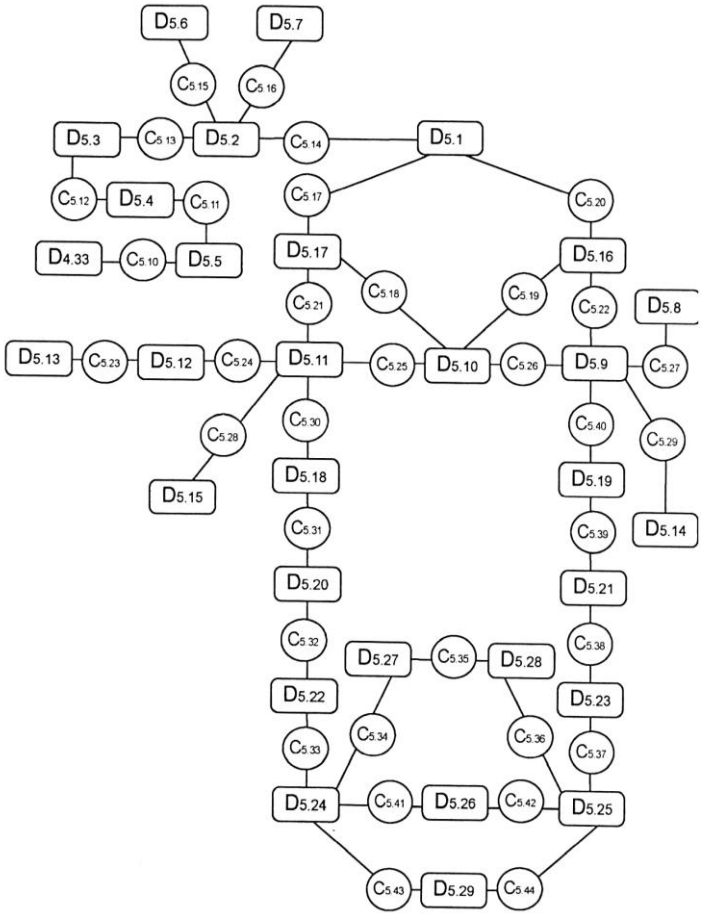


Рис. 6. Структурно-функциональная схема дугогасительной камеры

Заключение. На основе проведенного анализа структуры постоянного контактора серии КМП-401, имеющий различные соединения между деталями, образующими узлы с различными физико-техническими параметрами, повышающие уровень непредсказуемых отказов в релейно-контакторной схеме ГМ, предложена математическая модель надежности контактора, с учетом структурно-функциональной модели подсистем конструктивных элементов крепления.

Предложенная модель надежности контактора дает возможность прогнозировать вероятность отказов за определенный срок эксплуатации горной техники и тем самым избежать наиболее тяжелые случаи отказов и аварий, в результате чего сохраняется необходимый уровень эксплуатационной надежности и технико-экономические показатели, в том числе эксплуатационная энергоэффективность.

Вопрос учета модели надежности контактора целесообразно рассмотреть на уровне проектирования релейно-контакторных схем ЭА ЭТС горных машин.

Литература:

1. Фомин В.Н. Нормирование показателей надежности. М.: Издательство стандартов. 1986. − 138 с.: ил.; 22 см.

2. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. Межгосударственный стандарт. Надежность в технике. Осн. понятия. Термины и определения. М.: ИПК Изд. станд., 2002.

3. Бариев Н.В. Электрооборудование одноковшовых экскаваторов. − М.: Энергия, 1980. − 296 с. ил.

4. Таев И.С. Электрические аппараты управления. М.: Высшая школа. 1984. − 247 с.

5. Тищенко Н.А., Павленко В.К., Рипс Я.А. Надежность электрических аппаратов электропривода, высоковольтных изоляторов, аккумуляторов и керамических материалов. / Под ред. О.Д. Гольдберга. М.: Наука. 1968.

6. Беспалов В.Я. Современные коллекторные двигатели. Электропривод постоянного тока. Состояние и тенденции [Текст]: докл. на науч.-практич. семинаре 5 февраля 2002 г./В.Я. Беспалов. - М.: Изд-во МЭИ, 2002.- С. 4-12.

7. Глазунов Л.П. Рациональные системы управления электроприводами копающих механизмов одноковшовых экскаваторов [Текст]: автореф. дис. канд. техн. наук: 055.09.03/ВНИИэлектропривод / Л.П. Глазунов.- М., 1985.- 18 с.

8. Ильинский Н.Ф. Электропривод: энерго- и ресурсосбережение: уч. пос. для студентов ВУЗов/Н.Ф. Ильинский, В.В. Москаленко.- М.: Издательский центр «Академия», 2008.- 208 с.

9. Ильинский Н.Ф. Моделирование в технике [Текст]: учеб. Пособие для вузов / Н.Ф. Ильинский. - М.: Издательство МЭИ, 2004. - 84 с.

10. Ляхомский А.В., Фащиленко В.Н., Павленко С.В. Повышение эффективности функционирования электротехнических систем карьерных экскаваторов: монография / А.В. Ляхомский, В.Н. Фащиленко, С.В. Павленко. − Старый Оскол: ТНТ, 212. − 248 с.

11. Шевырев Ю.В. Методы моделирования и повышения электроэнергетических показателей электротехнических комплексов буровых установок. М.: Московский государственный геологоразведочный унив., 2005. − 177 с.

12. Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьев А.Ф. Математические методы в теории надежности. М.: Наука. 1965.

МОДЕЛИ БОЭЪТИМОДИИ ВАСЛАКИ ҶАРАЁНАШ ДОИМӢ БО НАЗАРДОШТИ ХОСИЯТҲОИ ТАРКИБҲО (ҶУЗЪҲО)-И ОН

И.М. Хошмухамедов, О.В. Косарева-Володко, Ш.З. Начмудинов, М.С. Холиқов

Дар мақола масъалаи моделикунонии кори боэътимоди нақшаи васлаки релеӣ-васлакии системаи электротехникии мошинҳои кӯҳкорӣ (МК) дар асоси ҷараёни доимикоркунанда, бо мақсади таъмини коркарди минбаъда, бунёд ва истифодаи нақшаҳои ояндадори васлакҳои доимӣ, дар таркиби умумии

нақшаҳои васлакҳои МК, ки сатҳи аз кор боз мондани онҳоро паст ва самаранокии истифодаи нерӯи барқро баланд мебардорад, баррасӣ мешавад.

Калимаҳои калидӣ: васлак, боэътимодӣ, эҳтимолияти бозистӣ, моделикунонии риёзӣ (математикӣ), аппарати барқӣ, системаи электротехникӣ, мошинҳои кӯҳкор.

MODEL OF RELIABILITY OF THE CONTACTOR OF THE DIRECT CURRENT TAKING INTO ACCOUNT PROPERTIES OF ITS STRUCTURE

I.M. Khoshmukhamedov, O.V. Kosareva-Volodko, Sh.Z. Najmudinov, M.S. Kholikov

The question of modeling of reliability of functioning of the contactor of the relay and contactor scheme in the electrotechnical systems of the mining machines (MM) working at a basis of a direct current for the purpose of further ensuring development, creation and application of perspective schemes of constant contactors in relay and contactor schemes of the hypermarket promoting decrease in level of refusals and increase in operational energy efficiency is considered.

Keywords: contactor, reliability, probability of refusal, mathematical modeling, electric device, electrotechnical system, mining machines.

Сведения об авторах:

1. Хошмухамедов Игорь Маджидович – д.т.н., профессор кафедры «Энергоэффективность и энергоснабжения горных предприятий» ГИ НИТУ МИСиС РФ. Тел.: +7 (910) 403 73 66.

2. Косарева-Володко Ольга Владимировна – к.т.н., доцент кафедры «Энергоэффективность и энергоснабжения горных предприятий» ГИ НИТУ МИСиС РФ. Тел.: +7 903 540 10 42; e-mail: kosareva-volodko@rambler.ru

3. Нажмудинов Шарофидин Зоирович – к.т.н., зав. лабораторией «Энергетика и энергосбережения» Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии Академии наук Республики Таджикистан. Тел.: +7 (968) 891 19 67; (+ 992) 93 301 55 55; e-mail: Najmiddinovsh2018@mail.ru

4. Холиков Муслихиддин Салохиддинович – главный специалист Управления водных ресурсов Министерства энергетики и водных ресурсов РТ. Тел.: +7(992)907 709 407; e-mail: muslihiddin.holi@mail.ru

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ АСИНХРОННЫХ МАШИН ДВОЙНОГО ПИТАНИЯ ПРИ СИММЕТРИЧНЫХ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЯХ

Ф.Х. Худоёрбеков, А.Д. Купчинов, Ю.В. Монаков

(Национальный исследовательский университет "МЭИ", Россия)

В статье приведены результаты экспериментального исследования режимов работы, применяемых на малых гидроэлектростанциях (МГЭС) асинхронных генераторов – машин двойного питания (АМДП) при симметричных коротких замыканиях (КЗ). Получены рабочие характеристики зависимости токов и напряжений в цепях ротора и статора при различных удалённостях КЗ. Показано, что при КЗ на выводах генератора происходит отключение инвертора, питающего обмотку возбуждения генератора, и ускоренное затухание тока КЗ.

Ключевые слова: *машина двойного питания, удаленность короткого замыкания, преобразователь частоты, гидроэлектростанция малой мощности.*

МГЭС в Таджикистане сегодня и в ближайшей перспективе являются одними из основных источников энергии для обеспечения электроснабжения потребителей в горных отдаленных и труднодоступных сельских районах. Строительство ГЭС на малых реках, в большом количестве присутствующих во всех горных районах республики, позволяет обеспечить электроэнергией потребителей, при этом снижая необходимость построения длинных линий электропередачи. Малые ГЭС могут работать как изолированно, так и в общей энергосистеме, при этом они являются экологически чистыми источниками энергии. Гидроэлектростанции малой мощности имеют свою специфику режимов работы генераторов. В силу особенностей водного режима, его

зависимости от погодных условий и времени года гидротурбины МГЭС имеют неравномерный профиль нагрузки [1]. Установка в таких электроустановках синхронных генераторов зачастую невозможна ввиду непостоянства частоты вращения турбины. В случае МГЭС, работающих с нагрузкой в автономном режиме, возможен также выход из синхронизма при резких переменах нагрузки.

Решением данной проблемы может являться установка асинхронных генераторов с фазным ротором, имеющих раздельное питание обмоток статора и ротора. Другими преимуществами асинхронных генераторов являются более низкие стоимость, масса и габариты, чем у синхронного генератора той же мощности [2]. Структура гидроэлектроустановки (ГЭУ) с АМДП представлена на рис. 1. Статор генератора подключен к обмотке НН повышающего трансформатора. Ротор АМДП через контактные кольца соединён с транзисторным преобразователем частоты (ПЧ), сетевой инвертор подключается к выводам генератора.

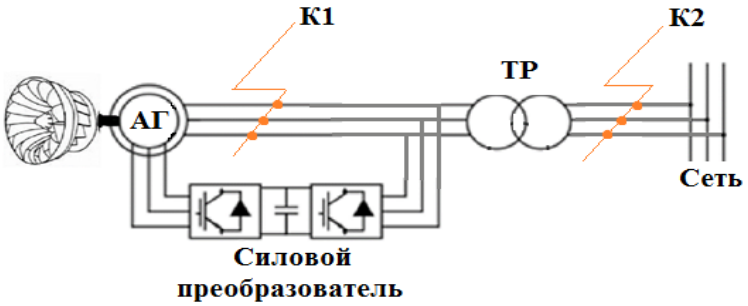


Рис. 1. Структурная схема энергоблока с АМДП.

Еще одно преимущество этой концепции заключается в возможности раздельного регулирования активной и реактивной мощности. Кроме того, через цепь ротора - и тем самым через ПЧ - проходит всего лишь 1/3 номинальной мощности генератора, что позволяет снизить затраты на ПЧ [3].

Вопрос подпитки короткого замыкания от АМДП является недостаточно исследованным. В отечественной нормативной документации отсутствуют методики расчёта токов КЗ в электроустановках с АМДП. В зарубежных источниках [4-6] приводятся методика и результаты расчётов токов КЗ для различных конфигураций сети, в работе [7] приводятся результаты

исследования токов в цепи ротора при различных провалах напряжения, однако в них не учитываются возможные режимы работы инвертора ПЧ: отключение и переход в режим токоограничения.

Целью работы: является экспериментальное исследование режимов работы АМДП при симметричных КЗ, влияния электрической удалённости места КЗ на параметры КЗ.

Экспериментальная установка АМДП

Исследование проводилось на экспериментальной установке, показанной на рис. 2. Статор генератора связан с внешней энергосистемой через двухобмоточный повышающий трансформатор. Ротор генератора питается от генераторного напряжения через ПЧ. При изменяющейся скорости вращения турбины и, соответственно вала генератора, выходное напряжение статора имеет постоянную частоту и амплитуду, что обеспечивается регулированием частоты тока в цепи ротора. Параметры энергоблока представлены в (табл. 1 и 2).

Результаты экспериментов

На данной электроустановке исследовались режимы работы АМДП при симметричных КЗ. В качестве исследуемых случаев принимались: металлическое КЗ на выводах генератора (точка К1 – рис.1), металлическое КЗ на обмотке высшего напряжения повышающего трансформатора (точка К2 - рис.1). При этом генератор был синхронизирован с сетью. Снимались осциллограммы напряжения на выводах генератора, токов в обмотках ротора и статора, а также тока внешней сети. Полученные осциллограммы при КЗ за повышающим трансформатором представлены на рис. 3.

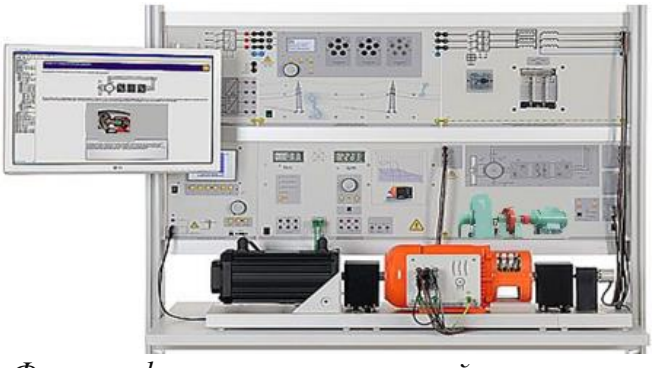


Рис. 2. Фотография экспериментальной установки с АМДП.

Таблица 1.

Параметры генератора

Номинальное напряжение, В	**400/230**
Номинальный ток, А	2,0 / 3,5
Номинальное число оборотов мин-1	1400 / 1500
Номинальная мощность, кВт	0,8
Cos φ	0,75
Напряжение возбуждения, В	130 AC / 24 DC
Ток возбуждения, А	4 AC / 11 DC
Частота, Гц	50

Таблица 2.

Параметры повышающего трансформатора

Напряжение первичной обмотки, В	3 х 400
Напряжение вторичной обмотки, В	3 х 300
Номинальная мощность, кВА	1

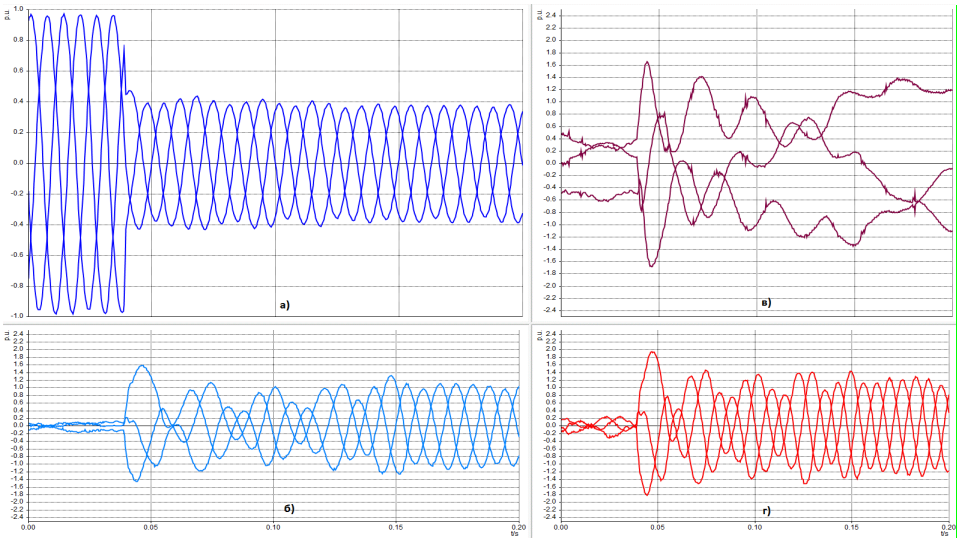


Рис. 3. Осциллограммы в случае 3-х фазного КЗ на обмотке ВН повышающего трансформатора, а-напряжение генератора; б-ток генератора; в-ток инвертора; г-ток сети.

КЗ происходит в момент времени 0,04с. Из рис. 3 видно, что напряжение на выводах генератора в при КЗ снизилось до 40 % от номинального. В начальный момент КЗ кратность тока на выводах генератора составила 14 крат (1.6 о.е.) от тока предшествующего режима (0.15 о.е.). Кратность тока инвертора ПЧ составила 9 крат (1.62 о.е.) от тока предшествующего режима (0.18 о.е.). Регулятор инвертора переходит в режим токоограничения, переходной процесс является колебательным. В момент времени t=0,15с ток на выводах генератора достигает установившегося значения, составляющего 7 крат от предшествующего режима (1.0 о.е). Также присутствующая подпитка КЗ от внешней сети в начальный момент составила (1,88 о.е) 16 крат от

предшествующего режима. Установившееся значение тока КЗ от системы составляет (1,1 о.е) 9 крат от предшествующего режима. В момент времени t= 0,17с ток системы достигает установившегося значения.

На рис. 4 представлены осциллограммы параметров АМДП в случае 3-фазного КЗ на выводах генератора. КЗ происходит в момент времени 0,04с. Напряжение на выводах генератора в момент КЗ снизилось до нуля. В начальный момент КЗ кратность тока на выводах генератора составила 10 крат от тока предшествующего режима (2,2 о.е). Кратность тока инвертора составила 7 крат от тока предшествующего режима (2,2 о.е). В момент времени 0,045 с инвертор ПЧ отключается, ток в обмотке ротора становится равным 0, что приводит к апериодическому процессу затухания тока в обмотке статора генератора. Через 0.12 с. ток в обмотке статора достигает установившегося значения.

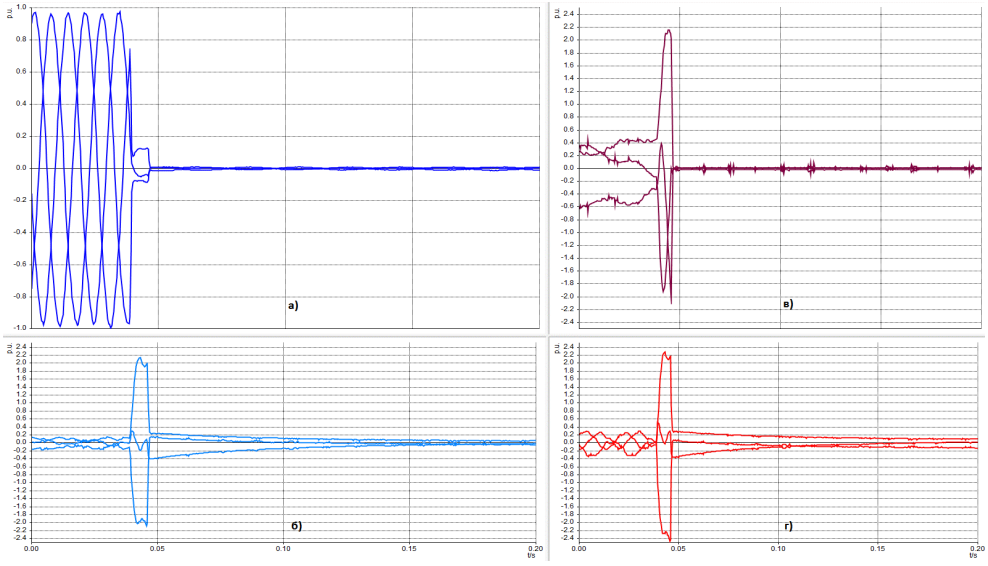


Рис. 4. Осциллограммы параметров АМДП при 3-х фазном КЗ на выводах генератора, а-напряжение генератора; б-ток генератора; в-ток инвертора; г- ток сети.

Вывод

-при удаленных коротких замыканиях ПЧ переходит в режим токоограничения;

-при близких к АМДП коротких замыканиях срабатывает защита от минимального напряжения на инверторе, приводящая к отключению

инвертора ПЧ. При этом ток короткого замыкания принимает затухающий характер;

-неучет особенностей работы регулятора ПЧ при коротких замыканиях может повлечь за собой нарушение селективности и чувствительности релейной защиты из-за завышения уставок.

Литература

1. Тан Тхун Аунг, Баль В.Б. Индукторные генераторы для малой гидроэнергетики // Теоретический и прикладной научно-технический журнал «Известия» Кыргызского государственного университета им. И.Раззакова., Бишкек, №25, с.119-121.

2. Абусеридзе З.В. Критерий качества коммутации машин постоянного тока без дополнительных полюсов. // Транспорт: Наука, техника, управление. ВИНИТИ РАН, 2005 г., № 8, с.38-39.

3. Rizwan R.S. Doubly-Fed Induction Machine for use in Mini-Hydro Power Plants // Master of Science Thesis. Norwegian University of Science and Technology, 2015.

4. IEC 60909-0-2016. Short-circuit currents in three-phase a.c.systems. Part 0: Calculation of currents.

5. Standard Calculation of Fault Current Contribution of Doubly Fed Induction Generator, published by intech open science, open minds. Сайт: http://www.intechopen.com/books/wind-turbines-design-control-and-applications.

6. J. Morren and S. W. H. de Haan, “Short-circuit current of wind turbines with doubly fed induction generator,” IEEE Trans. Energy Convers., vol. 22, no. 1, pp. 174–180, 2007.

7. J.Lopes, P.Sanchis, X. Roboam, L. Marroyo. Dynamic Behavior of the Doubly Fed Induction Generator during Three Phase Voltage Dips, // IEEE Trans. Energy Convers., vol.22, no.3, pp.709-717, 2007.

ТАДҚИҚОТИ ТАҶРИБАВИИ КОРИ МОШИНАҲОИ АСИНХРОНИИ ДУТАРАФА ҲАНГОМИ РАСИШИ КӮТОҲИ СИММЕТРӢ

Ф.Х. Худоёрбеков, А.Д. Купчинов, Ю.В. Монаков

Дар мақола натиҷаи тадқиқоти таҷрибавии реҷаи кории генераторҳои асинхронӣ – мошинаи истеъмолкунандаи дутарафа, ки дар нерӯгоҳҳои обӣ-барқии хурд истифода мешаванд, ҳангоми расиши кӯтоҳи симметрӣ оварда шудааст. Дар асоси тадқиқот характеристикаҳои кории вобастагии ҷараён ва шиддат дар занҷири ротор ва статор ҳангоми гуногун будани масофаи расиши кӯтоҳ аз манбаъ гирифта шудааст. Нишон дода шудааст, ки ҳангоми расиши кӯтоҳ дар содираи генератор – инверторе, ки манбаи таъминкунанда барои печаки ангезиши генератор аст, хомӯш мешавад ва сабабгори зудтар хомӯшшавии ҷараёни расиши кӯтоҳ мегардад.

Калимаҳои калидӣ: машинаи асинхронӣ, манбаи дутарафа, расиши кӯтоҳ, табдилгари басомад, нерӯгоҳҳои обӣ-барқии хурд.

THE PILOT STUDY OF OPERATION OF ASYNCHRONOUS MACHINES OF A DOUBLE SUPPLY IN CASE OF THE SYMMETRIC

F.Kh. Khudoyorbekov, A.D. Kupchinov, Y.V. Monakov

Results of the pilot study of the operation modes applied on small hydroelectric power stations (MGES) of asynchronous generators – machines of a double supply (AMDP) in case of the symmetric short circuits (SC) are given in article. Operating characteristics of dependence of currents and tension in circuits of a rotor and the stator in case of different udalyonnost of KZ are received. It is shown that in case of KZ on outputs of the generator there is a switch-off of the inverter feeding the generator drive winding, and the accelerated current attenuation of KZ.

Keywords: machine of a double supply, remoteness of short circuit, frequency converter, hydroelectric power station of low power.

Сведения об авторах

Худоёрбеков Фарид Хакимбекович – магистр кафедры «Электрические станции» Национального исследовательского университета «МЭИ». 111250, Россия, г. Москва, Красноказарменная улица, дом 14. E-mail: farid.khudoyorbekov_9268@mail.ru

Купчинов Александр Дмитриевич – аспирант кафедры «Электрические станции» Национального исследовательского университета «МЭИ».

Монаков Юрий Викторович – доцент, старший преподаватель кафедры «Электрические станции» Национального исследовательского университета «МЭИ».

СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 35-500 кВ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

Г.В. Шведов[1], С.Р. Чоршанбиев[2], Х.Б. Назиров[3]

(Национальный исследовательский университет "МЭИ", Россия[1,2], Филиал национального исследовательского университета "МЭИ", Республика Таджикистан[3])

В данной статье описываются результаты структурного анализа потерь электроэнергии в электрических сетях напряжением 35-500 кВ национальной энергетической компании ОАХК "Барки Точик" Республики Таджикистан.

Приведены сведения по количеству установленной мощности трансформаторов понижающих подстанций и протяженности линий электропередачи высоковольтных электрических сетей Республики Таджикистан с разбивкой по классам напряжений. Выявлена резкая неравномерность распределения электрических станций и основных потребителей по территории страны.

Представлена структура технических потерь электроэнергии по классам напряжений и видам потерь. Значения составляющих потерь сопоставлены со среднестатистическими значениями в электрических сетях

России. Выявлены существенные отличия в соотношениях нагрузочных и условно-постоянных потерь в электрических сетях Таджикистана и России. На долю линий электропередачи в Республике Таджикистан приходится 78,6% (в России – 69 %), нагрузочные потери составляют соответственно 80,5% (75 %). Объяснена высокая доля нагрузочных потерь электроэнергии (82,7%) в линиях электропередачи напряжением 220 кВ.

Выявлены предприятия электрических сетей ОАХК "Барки Точик" с высокими относительными потерями электроэнергии.

Ключевые слова: *потери электроэнергии, структура потерь электроэнергии, технические потери электроэнергии, анализ потерь электроэнергии, уровень потерь электроэнергии, линии электропередачи, трансформатор, электрические сети, Республика Таджикистан, ОАХК "Барки Точик"*

Уровень потерь электроэнергии при её передаче, распределении и тенденции его изменения являются важнейшими показателями технико-экономического состояния электрических сетей и уровня их эксплуатации, отражают энергетическую эффективность передачи и распределения электроэнергии во всех странах мира и в том числе в Республике Таджикистан.

Целью данной статьи является структурный анализ потерь электроэнергии в электрических сетях напряжением 35-500 кВ Республики Таджикистан.

Для достижения данной цели сделано:

-описание структуры электрических сетей 35-500 кВ Республики Таджикистан;

-анализ потерь электроэнергии по классам номинальных напряжений;

- анализ структуры технических потерь электроэнергии;

-выявление очагов максимальных потерь.

Объектом исследования является национальная энергетическая компания Открытая Акционерная Холдинговая Компания (ОАХК) “Барки Точик” Республики Таджикистан. В состав компании входят 17 предприятий

(состоящих из 59 районных и городских электрических сетей) и Государственное Унитарное Предприятие «Таджикская алюминиевая компания» ГУП «ТАЛКО» [7]. Так как по концессионному договору энергосистема Горно-Бадахшанской автономной области (ГБАО) находится в подчинении “Помир энерджи”, то информация по её сетям не входит в нижеприведённые данные. Республика Таджикистан географически подразделяется на следующие части:

1) Районы республиканского подчинения (центральная часть республики);

2) Согдийская область (северная часть республики);

3) Хатлонская область (южная часть республики);

4) ГБАО (восточная часть республики).

Плотность электрической нагрузки по территории Республики Таджикистан за исключением территории ГБАО в среднем составляет 66,65 кВт/км^2. Электрические станции крайне неравномерно распределены по территории страны. Доля выработки электрической энергии в южной части республики составляет – 93,44%, в центральной части – 4,26 %, в северной части – 2,3 % [6]. Но при этом 73,17 % электроэнергии потребляется в центральной и северной частях республики.

В табл. 1 приведены данные об установленных мощностях трансформаторов понизительных подстанций (ПС) 35-500 кВ, а в табл.2 приведены данные о протяженности воздушных (ВЛ) и кабельных (КЛ) линий электропередач (ЛЭП) номинальным напряжением 35-500 кВ, которые входят в состав ОАХК “Барки точик” Республики Таджикистан [6].

Таблица 1.

Установленная мощность и количество трансформаторов ПС 35-500 кВ, входящих в состав ОАХК “Барки точик” на 2015 г.

Высшее номинальное напряжение ПС, кВ	35	110	220	500	Итого
Количество трансформаторов, шт	225	173	27	3	428
Мощность трансформаторов, МВА	1824,41	4499,9	4874	3105	14303,31

Из табл.1 видно, что суммарная установленная мощность трансформаторов ПС 35-500 кВ в целом по республике составляет 14303,31

МВА. Из них большую долю составляет мощность ПС напряжением 220 кВ: 4874 МВА (34,08%) и ПС напряжением 110 кВ: 4499,9 МВА (31,46%); доля остальных ПС: 35 кВ: 1824,41 МВА (12,76%), 500 кВ : 3105 МВА (21,7%).

Таблица 2.

Протяженность ВЛ и КЛ 35-500 кВ, входящих в составОАХК “Барки Точик”, на 2015 г.

Тип ЛЭП	Длина ЛЭП, км, при номинальном напряжении, кВ				
	35	110	220	500	Сумма
ВЛ	2475,82*	3055,2	1624,95	489,74	7645,71
	2958,59*	4326,8	2003,73	489,74	9778,86
КЛ	17,222	-	-	-	17,22
Итого					9796,08

** В числителе протяжённость по направлению, а в знаменателе- по цепи.*

Суммарная протяженность ЛЭП в целом по республике (табл.2) составила 9796,08 км, из них на долю ВЛ приходится 9778,86 км (99,82 %), на долю КЛ – 17,22 км (0,18%). Из табл. 2 видно, что существенно большую протяженность в сравнении с другими классами напряжения имеют ВЛ напряжением 110 кВ: 4326,8 км (что составляет 44,17%).

В табл.3 приведены технологические потери электроэнергии в электрических сетях 35-500 кВ ОАХК “Барки точик” за 2015 г [6].

В целом по Республике Таджикистан в электрических сетях 35-500 кВ технологические потери электроэнергии составили в 2015 г. 1139,34 млн. кВт·ч, что составляет 6,6 % от объёма передаваемой по всей энергосистеме электроэнергии (17208 млн. кВт·ч).

В структуре технологических потерь электроэнергии доля технических потерь составляет 98,9 %, поэтому именно технические потери являются основой для расчета планируемых нормативов потерь электроэнергии.

Таблица 3.

Технологические потери электроэнергии в электрических сетях 35-500 кВ ОАХК “Барки Точик” в 2015 г.

Передача электроэнергии по системе млн. кВт·ч	500 кВ		220 кВ		110 кВ		35 кВ		Итого	
	млн. кВт·ч	%	млн. кВт·ч	%	млн. кВт·ч	%	млн. кВт·ч	%	млн. кВт·ч	%
17208	237,06	1,38	554,73	3,22	255,3	1,48	92,26	0,53	1139,34	6,6

В свою очередь, технические потери электроэнергии подразделяются на [5,9,11]:

-нагрузочные (переменные) потери – потери, зависящие от величины передаваемой мощности (нагрузки);

-условно постоянные потери – потери, не зависящие от величины передаваемой мощности (нагрузки).

Согласно [1-4,8,10], структура технических потерь электроэнергии в электрических сетях России всех классов напряжений имеет следующий вид:

-нагрузочные потери в линиях электропередачи: 65%;

-нагрузочные потери и потери холостого хода в трансформаторах: 25%;

-условно-постоянные потери в оборудовании сетей и подстанции за исключением потери холостого хода в трансформаторах: 10%.

Рассмотрим структуру технических потерь электроэнергии в электрических сетях 35-500 кВ ОАХК «Барки точик» Республики Таджикистан в 2015 г. (рис. 1 и 2. и табл. 4).

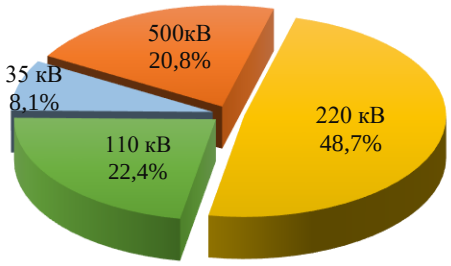


Рис. 1. Структура технических потерь электроэнергии в электрических сетях 35-500 кВ ОАХК «Барки точик» за 2015 г, по классам напряжений.

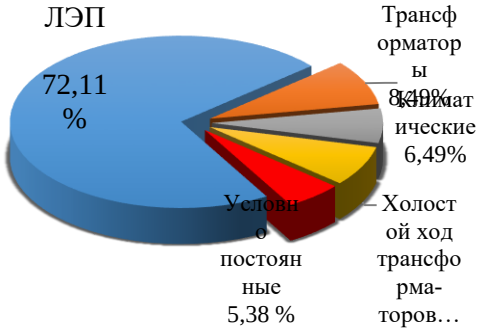


Рис. 2. Составляющие структуры технических потерь электроэнергии в электрических сетях 35-500 кВ ОАХК «Барки точик» за 2015 г.

Таблица 4.

Составляющие структуры технических потерь электроэнергии в электрических сетях 35-500 кВ ОАХК «Барки точик» Республики Таджикистан за 2015 г.

Uн, кВ	Технические потери, млн кВт·ч/%											
	Всего	%	Нагрузочные				Условно-постоянные					
			ЛЭП	%	Трансфор-маторы	%	Климати-ческие	%	Холостой ход тр-ов	%	Условно постоянные	%
500	237,06	100	163,54	68,99	14,32	6,04	42,99	18,13	7,39	3,12	8,82	3,72
220	554,73	100	458,87	82,7	27,9	5,03	22,16	4	22,25	4,02	23,55	4,25
110	255,29	100	149,97	58,75	39,7	15,55	6,36	2,49	34,39	13,47	24,87	9,74
35	92,26	100	49,21	53,34	14,81	16,06	2,08	2,25	22,05	23,9	4,11	4,45
Итого	1139,34	100	821,59	72,11	96,73	8,49	73,59	6,49	86,08	7,53	61,35	5,38

Среди сетей 35-500 кВ (рис. 1) наибольшая доля технических потерь 48,7% имеет место в электрических сетях напряжением 220 кВ.

Из табл. 4 и рис. 2 видно, что соотношение между нагрузочными и условно-постоянными потерями в целом по сетям 35-500 кВ равно 4:1. В сетях различных классов напряжения это соотношение изменяется: в сетях 220 кВ доля условно-постоянных потерь составляет всего 12%, когда в сетях 110 и 500 кВ- 25%.

Как правило, чем ниже номинальное напряжение, тем доля условно-постоянных потерь электроэнергии становится меньше. Из табл. 4 видно, что в электрических сетях Республики Таджикистан: в электрических сетях 35,110 и 500 кВ доля условно – постоянных потерь примерно одинаковая, а в сетях 220 кВ меньше в 2 раза.

В сетях 500 кВ среди условно-постоянных потерь электроэнергии большую долю составляют климатические потери: ~72,6%. А в сетях 35 и 110 кВ больше доля потерь холостого хода трансформатора в структуре условно-постоянных потерь (табл. 4). Это свидетельствует о том, что в этих сетях трансформаторы менее загружены.

Из табл. 4 видно, что суммарные технические потери (нагрузочные и климатические) в ВЛ 220 кВ составляют 481,03 млн кВт·ч, в ВЛ 110 кВ – 156,33 млн кВт·ч. Протяженность этих ЛЭП (см. табл.2) составляет: ВЛ 220 кВ – 2003,73 км, ВЛ 110 кВ – 4326,8 км.

Получаем, что в Республике Таджикистан ВЛ 220 кВ существенно больше загружены, чем ВЛ 110 кВ. При меньшей в два раза длине ВЛ 220 кВ в сравнении с длиной ВЛ 110 кВ потери электроэнергии в ВЛ 220 кВ в три раза превосходят потери в ВЛ 110 кВ.

Из соотношений между потерями в различных элементах сети (таблица 4 и рис. 2) следует отметить, что на долю ЛЭП приходится примерно 78,6% суммарных технических потерь (нагрузочные и климатические), что существенно превышает среднестатистические значения по России и другим странам.

Это связано с тем, что в Республике Таджикистан 73,17% потребления электрической энергии приходится на центральную и северную части республики, а 93,44% выработки электрической энергии происходит в южной части республики [6].

В результате передачи большого объема электроэнергии из южной части республики в центральную и северную части республики по ВЛ 220 кВ большой протяженности в структуре потерь электроэнергии увеличивается доля потерь в ВЛ и уменьшается доля других составляющих (как следует из табл. 4 особенно это характерно для электрических сетей напряжением 220 кВ).

Всем известно, что уровень технических потерь в странах с большой протяжённостью территорий, а, следовательно, и с протяженными сетями, малой плотностью электрических нагрузок по территории страны всегда будет более высоким за счет больших потерь в линиях электропередачи.

Как было отмечено выше, плотность нагрузки по территории Республики Таджикистан составляет 66,65 кВт/км^2, за исключением территории ГБАО, если его сравнивать с плотностью нагрузки России, которая составляет около 14 кВт/км^2, то получается в 5 раз больше, чем России.

Но в Республике Таджикистан несмотря на то, что плотность нагрузки по территории республики составляет 66,65 кВт/км^2 (за исключением территории ГБАО), уровень относительных потерь электроэнергии в целом находится в диапазонах от 13-21%. Причиной является:

-неравномерное расположение потребителей электрической энергии по территории республики;

-большие расстояния между основными местами выработки и потребления электрической энергии.

В то же время из табл.4 видно, что чем ниже уровень напряжения, тем выше доля потерь в трансформаторах и ниже в линиях электропередачи. Как следует из взаимного сопоставления данных табл. 1 и 2, чем ниже номинальное

напряжение, тем на 1 км ЛЭП приходится большее количество трансформаторов.

Соответственно по этой причине доля потерь в трансформаторах в структуре технических потерь имеет тенденцию к росту по мере уменьшения номинального напряжения.

Кроме того, с уменьшением номинального напряжения в структуре потерь электроэнергии доля потерь холостого хода в трансформаторах увеличивается, а доля нагрузочных потерь в трансформаторах уменьшается. Это вызвано низкими средними коэффициентами загрузки трансформаторов потребителей в сравнении с трансформаторами системообразующих и передающих электрических сетей напряжением 500 и 220 кВ.

В табл. 5 приведен анализ нагрузочных и условно-постоянных потерь электроэнергии в электрических сетях 35-500 кВ (ОАХК) «Барки точик» и по отдельным предприятиям электрических сетей.

Как следует из табл. 5, среди технических потерь наибольшие потери наблюдаются в ЛЭП (нагрузочные). В ОАО «Пенджикентские гор. ЭС» - 85,22%, ОАО «Сугд ЭС-66,47%, ОАО «Турсунзадевские гор. ЭС» - 75,15% и ОАО «Раштские ЭС» - 68,6%.

Причинами высокого уровня потерь электроэнергии в ЛЭП вышеуказанных РЭСах являются:

-эти РЭС находятся в северной и центральной частях республики, а как было отмечено выше, в республике основная доля выработки электрической энергии приходится на южную часть республики;

-эти РЭС охватывают очень протяженные территории с малой плотностью электрических нагрузок;

-в абсолютных величинах потери электроэнергии в этих сетях как следствие не очень большие, но при определении относительных значений делением на величину очень маленького отпуска электроэнергии получаются громоздкие значения.

Таблица 5.

Технические потери электроэнергии в электрических сетях 35-500 кВ (ОАХК) “Барки точик”.

Наименование электрических сетей.	Передача электро-энергии млн кВт*ч	Технические потери, млн. кВт-ч.											
		Нагрузочные				Условно-постоянные						Всего	%
		ЛЭП	%	Трансформаторы	%	Климатический	%	Холостой ход трансформато	%	Расход СН ПС	%		
ОАО «Южные ЭС»	1164	29,13	48,47	8,6	14,3	3,66	6,09	12	23,8	6,71	11,2	60,1	5,16
ОАО «Кулябские ЭС»	487	17,08	56,33	4,73	15,6	1,32	4,35	4,85	16	2,34	7,72	30,32	6,23
ОАО «Дангаринские ЭС»	106	0,62	27,43	0,84	37,2	0,09	3,98	0,46	20,4	0,25	11,1	2,26	2,13
ОАО «Кулябские гор. ЭС»	314	2,1	57,22	1,04	28,3	0,05	1,36	0,4	10,9	0,08	2,18	3,67	1,17
ОАО «Яванские ЭС»	313	3,8	58,1	0,8	12,2	0,14	2,14	1,53	23,4	0,27	4,13	6,54	2,09
ОАО «Пенджикентские гор. ЭС»	405	37,76	85,22	1,18	2,66	0,57	1,29	2,41	5,44	2,39	5,39	44,31	10,9
ОАО «Истаравшанские гор. ЭС»	1019	29,4	56,8	4,75	9,18	2,52	4,87	9,25	17,9	5,84	11,3	51,76	5,08
ОАО «Худжантские гор.ЭС»	596	1,31	34,293	1,15	30,1	0,02	0,52	1,07	28,01	0,27	7,068	3,82	0,641
ОАО «Сугд ЭС»	1576	62,9	66,47	5,18	5,47	4,88	5,16	12,5	13,2	9,17	9,69	94,63	6
ОАО «Исфаринские гор. ЭС»	247	3,52	45,36	1,05	13,5	0,4	5,15	1,65	21,3	1,14	3,14	7,76	3,14
ОАО «Чкаловские гор.ЭС»	122	0,2	9,524	1	47,6			0,67	31,9	0,23	11	2,1	1,72
ОАО «Турсун-Задевские гор.ЭС»	225	3,3	75,17	0,52	11,8	0,02	0,46	0,48	10,9	0,07	1,59	4,39	1,95
ОАО «ЦентральныеЭС»	1161	19,04	49,38	5,8	15	1,35	3,5	8,08	21	4,29	11,1	38,56	3,32
ОАО «Нурекские ЭС»	115	0,95	37,25	0,57	22,4	0,05	1,96	0,84	32,9	0,14	5,49	2,55	2,22
ОАО «"Раштские ЭС»	216	9,33	68,6	0,8	5,88	0,7	5,15	1,66	12,2	1,11	8,16	13,6	6,3
ОАО «Душанбинские гор.ЭС»	3086	33,67	48,8	21,01	30,4	0,58	0,84	9,04	13,1	4,7	6,81	69	2,24
ТалКо	3015	1,81	100									1,81	0,06
Афганистан	1778	71,34	97,66			1,71	2,34					73,05	4,11
Магистральные линии	17208	567,48	80,808	37,71	5,37	55,53	7,91	19,19	2,733	22,35	3,183	702,26	4,081
Система	17208	821,59	72,11	96,73	8,49	73,59	6,45	86,08	7,55	61,35	5,38	1139,3	6,62

Вывод

В результате проведенного структурного анализа потерь электроэнергии в электрических сетях 35-500 кВ Республики Таджикистан определено следующее:

-в структуре технологических потерь электроэнергии Республики Таджикистан большую долю составляют технические потери (98,9%);

-среди сетей 35-500 кВ наибольшая доля технических потерь (48,7 %) имеют электрические сети напряжением 220 кВ, и они являются более загруженными ЛЭП;

-в сетях 35 и 110 кВ причиной большой доли потерь холостого хода трансформатора в структуре условно-постоянных потерь являются меньшие загруженности трансформаторов в этих сетях.

Данные структурного анализа потерь электроэнергии должны стать основными аспектами при разработке мероприятий по их снижению.

Литература:

1. Воротницкий В.Э., Железко Ю.С., Казанцев В.Н. Потери электроэнергии в электрических сетях энергосистем. М.: Энергоатомиздат, 1983.368 с.

2. Гальгина О.С., Заугольников В.Ф. О некоторых аспектах учета и потерь электроэнергии в предприятиях электросетей // Энергетик 2004. №5. С.18-22.

3. Галанов В.П., Галанов В.В. Влияние качества электроэнергии на уровень ее потерь в сетях // Электрические станции. 2001. №5. С.54-63.

4. Железко Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии. Руководство для практических расечетов. М: НЦ ЭНАС, 2009. 456 с.

5. Железко Ю.С., Шаров Ю.В., Зарудский Г.К., Сипачева О.В., Шведов Г.В. Потери электроэнергии в электрических сетях: основные сведения, расчет и нормирование: учебное пособие/ -М: Издательский дом МЭИ, 2011-128 с.

6. Информация за 2015 г. Энергетич. компания ОАХК «Барки точик».

7. Открытая Акционерная Холдинговая Компания «Барки Точик» [Электронный ресурс]: http://www.barqitojik.tj/about/dependents/transmission.

8. Поспелов Г.Е., Сыч Н.М. Потери мощности и энергии в электрических сетях. М.: Энергоиздат, 1981. 216 с.

9. Потери электроэнергии в электрических сетях энергосистем/ Воротницкий В.Э., Железко Ю.С., Казанцев В.Н. и др.; под редакцией В.Н. Казанцева. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 368 с.

10. Старцев А.П. Об анализе потерь электроэнергии // Электрические станции. 2002. №12 С.7-10.

11. Шведов Г.В., Сипачева О.В., Савченко О.В. Потери электроэнергии при её транспорте по электрическим сетям: расчет, анализ, нормирование и снижение/Под ред. Ю.С. Железко. - М.: Издательский дом МЭИ, 2013. -424с.

ТАҲЛИЛИ СОХТОРИИ ТАЛАФОТИ НЕРӮИ БАРҚ ДАР ШАБАКАҲОИ БАРҚИИ 35-500 кВ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Г.В. Шведов, С.Р. Чоршанбиев, Х.Б. Назиров

Дар ин мақола натиҷаи таҳлили сохтории талафоти нерӯи барқ дар шабакаҳои барқии ширкати энергетикии миллии ШСХК «Барқи тоҷик» Ҷумҳурии Тоҷикистон, ки шиддаташон 35-500 кВ мебошад, оварда шудааст.

Маълумот дар бораи шумора ва иқтидори трансформаторҳои насбшудаи зеристгоҳҳои пасткунанда ва дарозии хатҳои интиқоли барқии шиддаташон баланди шабакаҳои барқии Ҷумҳурии Тоҷикистон вобаста аз гурӯҳи шиддат оварда шудааст. Нобаробарии шадиди тақсимоти нерӯгоҳҳои барқӣ ва истеъмолкунандагони асосӣ дар қаламрави кишвар муайян шудааст.

Сохтори техникии талафоти нерӯи барқ аз рӯйи тақсимоти гурӯҳи шиддат ва намуди талафот оварда шудааст. Қимати ташкилшудаи талафот бо қимати миёнаи талафоти шабакаҳои барқии Русия муқоиса шудааст.

Фарқияти назарраси байни талафоти борӣ ва талафоти шартӣ-доимии нерӯи барқ дар шабакаҳои барқии Тоҷикистон ва Русия муайян гардидааст.

Ба ҳиссаи хатҳоии интиқоли нерӯи барқ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон оварда мешавад 78,6% (дар Русия -69%) ва талафоти бори мутаносибан 80,5% (75%) ташкил медиҳад. Талафоти зиёди бории нерӯи барқ (82,7%) дар хатҳои интиқоли барқи 220 кВ шарҳ дода шудааст.

Муайян карда шудааст, ки дар баъзе корхонаҳои шабакаи барқии ШСХК “Барқи тоҷик” талафоти баланди нерӯи барқ ба назар мерасанд.

Калимаҳои калидӣ: талафоти нерӯи барқ, сохтори нерӯи барқ, талафоти техникии нерӯи барқ, таҳлили нерӯи барқ, сатҳи нерӯи барқ, хатҳои интиқоли барқӣ, трансформатор, шабакаҳои барқӣ, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ШСХК ”Барқи тоҷик”.

STRUCTURAL ANALYSIS OF THE POWER LOSSES IN 35-500 KV ELECTRICAL NETWORKS - REPUBLIC OF TAJIKISTAN

G.V. Shvedov, S.R. Chorshanbiev, Kh.B. Nazirov

In this article results of the structural analysis of losses of the electric power in electrical networks of 35-500 kV of the national OAHK energy company "Barki Tojik" the Republic of Tajikistan are described.

Data by the number of rated capacity of transformers of the lowering substations and extent of power lines of high-voltage electrical networks of the Republic of Tajikistan with breakdown on classes of tension are provided. The sharp unevenness of distribution of power plants and the main consumers on the territory of the country is revealed.

The structure of technical losses of the electric power on classes of tension and types of losses is presented. Values of the making losses are compared with average values in electrical networks of Russia. Essential differences in ratios of load and conditional and continuous losses in electrical networks of Tajikistan and Russia are revealed. 78,6% (in Russia fall to the share of power lines in the Republic of Tajikistan – 69%), make load losses according to 80,5% (75%). The high share of load losses of the electric power (82,7%) in power lines of 220 kV is explained.

The enterprises of electrical networks of OAHK "Barki Tojik" with high relative losses of the electric power are revealed.

Keywords: losses of the electric power, structure of losses of the electric power, technical losses of the electric power, analysis of losses of the electric power, level of losses of the electric power, power line, transformer, electrical networks, Republic of Tajikistan, OAHK "Barki Tojik"

Сведения об авторах:

Шведов Галактивон Владимирович – к.т.н., доцент, заместитель заведующего кафедрой «Электроэнергетические системы» Национального исследовательского университета «МЭИ». РФ. Научная специализация – потери электроэнергии в электрических сетях. E-mail: shvedovgv@mpei.ru

Чоршанбиев Сироджиддин Ражаббокиевич – аспирант кафедры «Электроэнергетические системы» Национального исследовательского университета «МЭИ». РФ. Научная специализация – потери электроэнергии в электрических сетях. E-mail: sirochiddin.chorshanbiev.89@mail.ru

Назиров Хуршед Бобоходжаевич – к.т.н., ст. преп. кафедры «Электроэнергетика» Филиала НИУ «МЭИ», РТ, г. Душанбе. Научная специализация – проблемы обеспечения качества электроэнергии в электрических сетях. E-mail: hurshed84@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК ЖЕЛЕЗА И НИКЕЛЯ НА ТВЕРДОСТЬ СПЛАВОВ Zn5AI И Zn55AI

Дж.Н. Алиев, И.Н. Ганиев, З.Ф. Нарзуллоев

(Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими)

Измерением твердости цинк – алюминиевых сплавов Zn5Al и Zn55Al, легированных железом и никелем (Fe, Ni), показан рост твёрдости исходных сплавов.

Ключевые слова: *цинк-алюминиевый сплав – сплав Zn5Al – сплав Zn55Al – железо – никель.*

Разностороннее применение различных материалов в промышленности вызывает необходимость изучения их свойств (прочности, упругости, вязкости, выносливости, ползучести, твердости и износостойкости) с учетом конкретных условий. Для этого разработаны различные методы испытаний, которые проводятся с помощью специальных машин и приборов. Результаты проводимых испытаний ложатся в основу справочных пособий конструкторов и технологов, что позволяют осуществлять подбор материалов с необходимыми физико-механическими свойствами для проектирования и изготовления различных механизмов, машин, сооружений, изделий легкой промышленности [1].

Измерение твердости является одним из широко распространенных видов механических испытаний металлов [2]. По полученному значению твердости можно сделать предварительные выводы о других механических свойствах металла (сплава), так как большинство свойств металлов и сплавов определяются одним и тем же показателем – его структурой. Измерение твердости позволяет судить о наличии (или отсутствии) в деталях упрочненных поверхностей в результате различных видов термической обработки сплавов, связанной с изменением структуры по сечению детали.

Между твердостью пластичных металлов, определяемой способом вдавливания и другими механическими свойствами (главным образом пределом прочности), существует количественная зависимость.

$$\sigma_в = kHB, \text{ МПа}$$

где

НВ – твердость по Бринеллю;

k − коэффициент, который зависит от природы и структурного состояния металла.

Пользуясь подобными эмпирическими зависимостями, можно приближенно оценивать прочность металла по результатам измерения твердости [3-7].

Важным аргументом в пользу развития производства нанесения покрытий является экономия металла покрытия. Например, при нанесении на сталь покрытия Гальфан (~95% Zn + 5% A1 + 0,1% мишметалла) экономия цинка составляет 0,021 кг/м^2, а при нанесении покрытия гальвалюмом (55% A1 + 43,4% Zn + 1,6% Si) - 0,137 кг/м^2.

Одной из важнейших технологических операций при нанесении на стальные изделия покрытий из сплавов цинка с алюминием является подготовка их поверхности. В настоящее время на практике при нанесении покрытий на стальные изделия из расплавов металлов используют различные способы подготовки. При этом для предотвращения окисления покрываемого изделия на его поверхность наносят тонкий слой солей (флюсовая обработка) или создают на поверхности тонкий оксидный слой (пассивирующая обработка). При цинковании полосового проката широко применяют окислительно-восстановительную подготовку. Иногда при нанесении цинко-алюминиевых (алюмо-цинковых) покрытий на стальную поверхность наносят тонкий металлический (цинковый) слой, а затем изделия погружают в ванну с расплавом основного покрытия (так называемый способ двойного погружения) [8].

В данной работе представлены результаты исследования твердости по Бринеллю сплавов Zn5Al и Zn55Al, легированных железом и никелем (Fe, Ni), не прошедших термическую обработку и предназначены для покрытия стальных сооружений в целях защиты их от коррозии. Исследования проведены на приборе ТШ-2. Испытанию подвергались образцы сплавов толщиной более 6 мм, диметром 16 мм. Результаты испытания представлены в таблице.

Как видно из таблицы, добавки железа до 0,5 мас.% в состав цинк – алюминиевых сплавов увеличивают твердость исходных сплавов незначительно. Добавки никеля до 0,5 мас.% в состав цинк-алюминиевых сплавов значительно увеличивают твердость исходных сплавов.

Наибольшее положительное воздействие на твердость исходного цинк-алюминиевого сплава Zn5AI оказывают добавки 0.5 мас.% никеля. При этом твердость растет до 857 МПа (таблица и рис. 1).

Таблица.

Твердость сплавов Zn5AI и Zn55AI, легированных железом и никелем

№ n/n	Состав сплавов, мас.%	Нагрузка P, кг	Диаметр шарика D, мм	Диаметр отпечатка d, мм	Твёрдость HB, МПа	Предел прочности $\sigma_в$, МПа
0	**Zn5AI**	**250**	**10**	**2,6**	**454**	**136,2**
1	Zn5AI + Fe 0.01%	250	10	2.5	491	147,3
2	Zn5AI + Fe 0.05%	250	10	2.4	534	160,2
3	Zn5AI + Fe 0.1%	250	10	2.3	582	174,6
4	Zn5AI + Fe 0.5%	250	10	2.2	637	191
5	Zn5AI + Ni 0.01%	250	10	2.3	582	174,6
6	Zn5AI + Ni 0.05%	250	10	2.1	700	210
7	Zn5AI + Ni 0.1%	250	10	2	772	231,6
8	Zn5AI + Ni 0.5%	250	10	1.9	857	257
0	**Zn55AI**	**250**	**10**	**2.7**	**392**	**98**
1	Zn55AI + Fe 0.01%	250	10	2.6	454	113,5
2	Zn55AI + Fe 0.05%	250	10	2.5	491	122,7
3	Zn55AI + Fe 0.1%	250	10	2.4	534	133,5
4	Zn55AI + Fe 0.5%	250	10	2.3	582	145,5
5	Zn55AI + Ni 0.01%	250	10	2.5	491	122,7
6	Zn55AI + Ni 0.05%	250	10	2.4	534	133,5
7	Zn55AI + Ni 0.1%	250	10	2.2	637	159,2
8	Zn55AI + Ni 0.5%	250	10	2.1	700	175

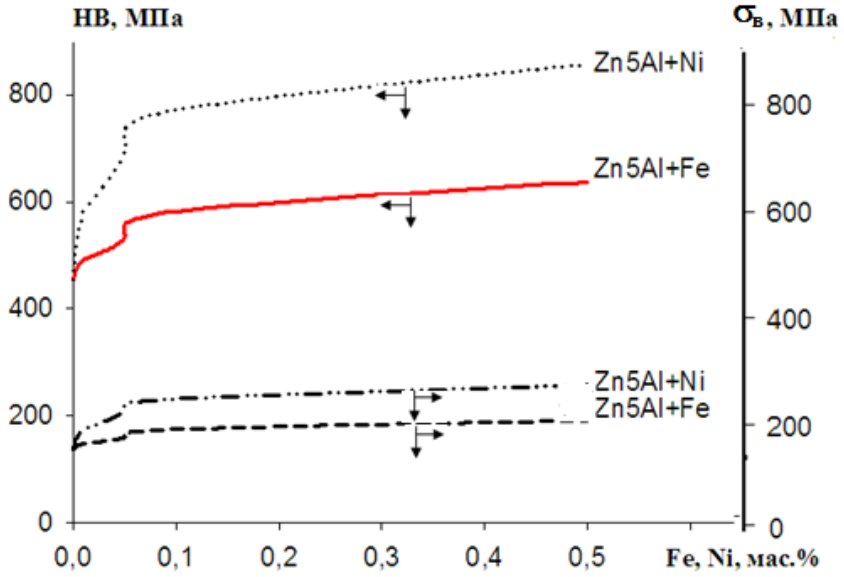


Рис. 1. Зависимость твёрдости сплава Zn5AI от концентрации железа и никеля

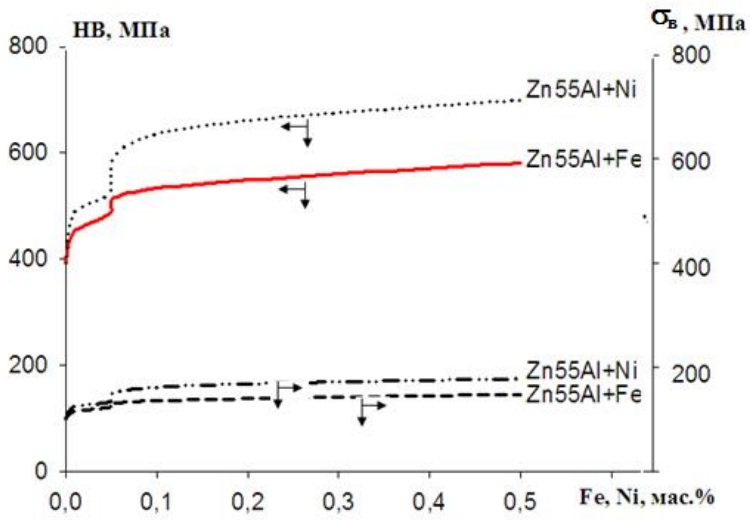


Рис. 2. Зависимость твердости сплава Zn55AI от концентрации железа и никеля

Повышение твёрдости цинк-алюминиевых сплавах, легированных железом и никелем, обусловлено образованием интерметаллических соединений. В целом добавки железа и никеля повышают твёрдость исходных цинк-алюминиевых сплавов Zn5AI и Zn55AI.

Литература:

1. О.П. Реут, В.Л. Гуревич и др. Поверка средств измерений механических величин. Учебно-методическое пособие для руководителей и специалистов метрологических служб предприятий и организаций, слушателей курсов повышения квалификации, студентов технических ВУЗов. – Минск, 2016.

2. Дж.Н. Алиев. Твердость сплавов Zn5AI и Zn55AI, легированных щелочноземельными металлами // Вестник Таджикского технического университета. 2014, №4(28). С.88-91.

3. Золоторевский В.С. Механические свойства металлов / учебник для вузов.: М. МИСиС, 1998. – 400 с.

4. Бернштейн М.Л. Займовский В.А. Механические свойства металлов. Металлургия, 1979 – 496 с.

5. Богатов А.А. Механические свойства и модели разрушения металлов; учебное пособие для вузов. – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2002. – 239 с.

6. Физическое металловедение: Учебник для вузов. Грачев С.В., Бараз В.Р., Богатов А.А., Швейкин В.П. – Екатеринбург: УПИ, 2001 – 534 с.

7. Структура и механические свойства металлов. Бернштейн М.Л. Займовский В.А. – М: Металлургия, 1970 – 472 с.

8. Материалы Международной конференции «Черная металлургия России и стран СНГ в XXI веке». Москва: Металлургия, 1994. — 235 с.

ТАЪСИРИ ИЛОВАИ ОҲАН ВА НИКЕЛ БА САХТИИ ХЎЛАҲОИ Zn5AI ВА Zn55AI

Ҷ.Н. Алиев, И.Н. Ғаниев, З.Ф. Нарзуллоев

Бо чен кардани сахтии хўлаҳои рўҳ – алюминий Zn5Al ва Zn55Al, ки бо оҳан ва никел (Fe, Ni) ҷавҳаронида шудаанд, зиёдшавии сахтии хўлаҳои ибтидоӣ нишон нишон дода шудааст.

Калимаҳои калидӣ: хўлаи рўҳ – алюминий – хўлаи Zn5Al – хўлаи Zn55Al – оҳан – никел.

INFLUENCE OF IRON AND NICKEL ADDITIVES ON HARDNESS OF ALLOYS Zn5AI AND ZN55AI

J.N Aliyev, I.N. Ganiev, Z.F. Narzulloev

Measurement of hardness zinc – the aluminum Zn5Al and Zn55Al alloys alloyed by iron and nickel (Fe, Ni), is shown growth of hardness of initial alloys.

Keywords: zinc - aluminum alloy – Zn5Al alloy – Zn55Al alloy – iron – nickel.

Сведения об авторах:

Ганиев Изатулло Наврузович – д.х.н., профессор, академик Академии наук Республики Таджикистан, автор более 750 научных работ. Контактная информация тел: +992935728899, E-mail: ganiev48@mail.ru

Алиев Джамшед Насридинович – к.т.н., доцент кафедры «Материаловедение, металлургические машины и оборудование», автор более 44 научных работ. Контактная информация тел: +992939063033, E-mail: jamshed-7206@mail.ru

Нарзуллоев Зубайдулло Файзуллоевич – ассистент кафедры «Инженерная графика», автор более 8 научных работ.

ИССЛЕДОВАНИЕ КВАЗИБИНАРНОГО РАЗРЕЗА $YbAl_2$-$SrAl_4$

Т.Д. Джураев, Ф.К. Рахимов, Э.Р. Газизова

(Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими)

В данной работе изучен и построен политермический разрез $YbAl_2$-$SrAl_4$. Исследованиями было установлено, что политермический разрез квазибинарной системы $YbAl_2$-$SrAl_4$ по характеру взаимодействия является эвтектическим типом с неограниченной растворимостью компонентов в жидком и ограниченной – в твердом состояниях. Построенная диаграмма состояния даёт возможность произвести сингулярную триангуляцию системы алюминий-стронций-иттербий, тем самым облегчая задачу построения общей поверхности ликвидуса тройной системы.

Ключевые слова: *алюминий, стронций, иттербий, квазибинарный разрез.*

Тенденция технического развития и практического применения разработанных композиционных материалов закономерно приводит к изменению и повышению требований к их качеству. Такими требованиями, предъявляемыми к металлическим материалам, могут быть: стойкость к электродиффузионному разрушению и против коррозии; низкое электрическое сопротивление и его независимость от величины и направления тока; стойкость к термическим операциям и отсутствие фазовых и структурных переходов при температуре термообработки; способность подвергаться химическому травлению и фотолитографии; постоянство состава получаемых пленок и состава напыляемого материала и возможность управления этим составом; хорошая адгезия к материалу диэлектрика; достаточная механическая прочность и др. Алюминий – один из немногих металлов, который в сочетании с другими элементами может объединить в себе эти качества. Классическими улучшающими добавками алюминия и его сплавов

являются кремний, марганец, медь и другие металлы, к которым также относятся щелочноземельные металлы их аналоги.

Такое обстоятельство привлекло к себе наше внимание и подтолкнуло к изучению тройной системы Al-Sr-Yb, на основании которой возможна разработка различных составов комплексных лигатур для легирования и модифицирования с участием этих металлов. В связи с этим, перед нами стала задача по изучению фазовых равновесий в системе Al-Sr-Yb и построению диаграмм состояний сплавов этой системы.

Наличие устойчивых интерметаллидов в двойных системах Al-Sr и Al-Yb приведённых в работах [1,2] позволяет произвести триангуляцию, т.е. деление тройной диаграммы состояния на более простую квазитройную Al-$YbAl_2$-$SrAl_4$ с помощью квазибинарного разреза $YbAl_2$-$SrAl_4$ со стороны сплавов, богатых алюминием, изучению которого посвящена представленная работа. Политермический разрез $YbAl_2$-$SrAl_4$ проходит примерно параллельно двойной системе Yb-Sr, характерной особенностью которого, в отличие от других политермических разрезов, является то, что его можно рассматривать как диаграмму состояния двойной системы эвтектического типа. Тройные сплавы этого разреза кристаллизуются как двойные. С целью изучения фазовых равновесий в квазибинарной системе $YbAl_2$-$SrAl_4$ по ранее приведённой методике было получено 8 трёхкомпонентных сплавов, которые подвергались микроструктурному, термическому и рентгенофазовому анализам в литом и отожжённом состояниях [3-5]. В последнем случае отжиг сплавов проводился при температуре 400°С в течение 100 часов. Результаты исследования представлены в таблицах 1, 2 и на рисунках 1, 2 и 3.

Таблица 1

Свойства сплавов квазибинарного разреза $YbAl_2$-$SrAl_4$ со стороны $YbAl_2$

Состав сплава					Температура, °С		Параметры решётки, Å	Микро-твёрдость,
% мол.		% ат.						
$YbAl_2$	$SrAl_4$	Sr	Yb	Al	ликвидуса	солидуса	*a*, ±0.002	МПа
100	-	-	33.3	66.7	1360	-	7.881	520
85	15	3.0	28.3	68.7	1310	1240	7.368	555
75	25	5.0	25.0	70.0	1265	1150	7.026	575
50	50	10.0	16.7	73.3	1155	1025	7.028	576
25	75	15.0	8.30	76.7	1065	1025	6.025	577

Таблица 2

Свойства сплавов квазибинарного разреза $YbAl_2$-$SrAl_4$ со стороны $SrAl_4$

Состав сплава					Температура, ˚С		Параметры решётки, Å		Микро-твёрдость, МПа
% мол.		% ат.							
$SrAl_4$	$YbAl_2$	Sr	Yb	Al	ликвидуса	солидуса	*a*, ±0.002	*c*, ±0.005	
100	-	20	-	80	1040	-	4.461	11.202	250
95	5*	19.0	1.7	79.3	1035	1030	4.632	11.237	264
92	8*	18.4	2.7	78.9	1032	1028	4.734	11.257	282
75	25	15.0	8.3	76.7	1080	1025	4.731	11.255	281
50	50	10.0	16.7	73.3	1160	1025	4.735	11.259	283
0	100	-	33.3	66.7	1360	-	7.881	-	520

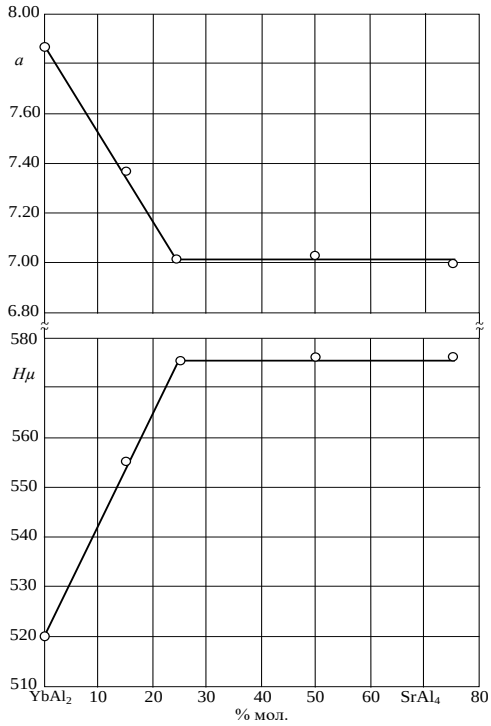


Рис. 1. Изменение параметра решётки (a, Å) $YbAl_2$ и микротвёрдости (H_μ, МПа) в зависимости от содержания $SrA1_4$

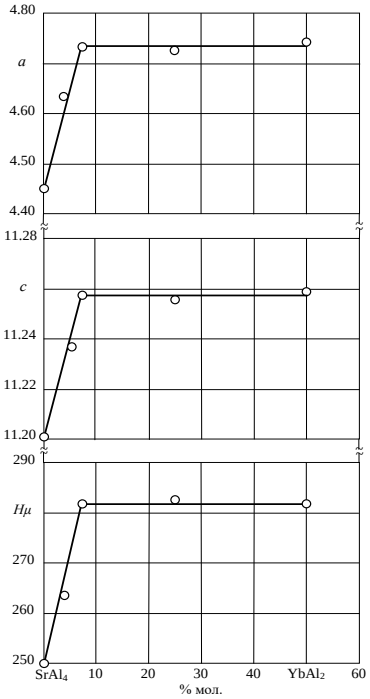


Рис. 2. Изменение параметров решётки $SrA1_4$ (a и c, Å) и микротвёрдости (H_μ, МПа) в зависимости от содержания $YbAl_2$

Исследованием микроструктуры, а также кривых зависимости «микротвёрдость-состав» и «параметр решётки-состав» были определены границы областей твердых растворов со стороны $SrA1_4$ и $YbAl_2$.

Установлено, что квазибинарный разрез $YbAl_2$-$SrAl_4$ представляет собой диаграмму состояния эвтектического типа с широкими областями ограниченной растворимости компонентов в твёрдом состоянии. Эвтектика образуется при концентрации 87.0% мол. $SrAl_4$ и плавится при температуре 1025°С. Растворимость $SrA1_4$ в $YbAl_2$ составляет 15% мол. при температуре 400°С, а растворимость $YbAl_2$ в $SrA1_4$ при этой же температуре – 4% мол.

Экстраполяцией найдено, что максимальная растворимость $SrA1_4$ в $YbAl_2$ при температуре эвтектики составляет 40% мол., а $YbAl_2$ в $SrA1_4$ – 9.3% мол. С понижением температуры взаимная растворимость уменьшается. Растворение $SrA1_4$ в $YbAl_2$ вызывает сжатие кристаллической решётки, что подтверждают экспериментально найденные значения параметра кристаллической решётки $YbAl_2$.

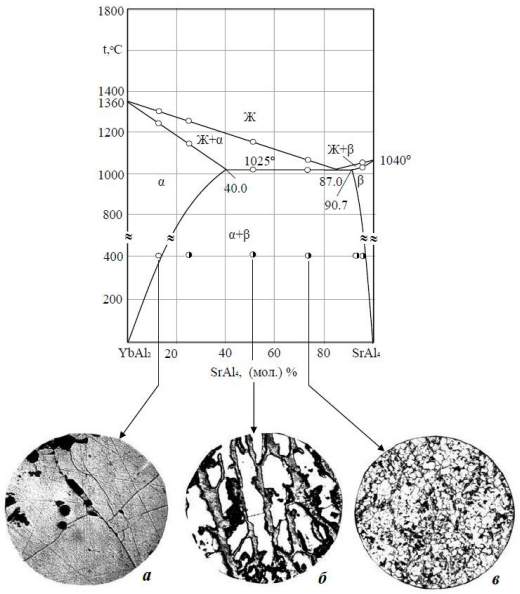


Рис. 3. Диаграмма состояния квазибинарной системы $YbAl_2$-$SrA1_4$ и характерные микроструктуры (1×270) сплавов: а - $Sr_3Yb_{27}Al_{70}$; б - $Sr_{10}Yb_{17}Al_{73}$; в - $Sr_{17.4}Yb_{4.3}Al_{78.3}$

Литература:

1. Диаграммы состояния двойных металлических систем / Под ред. акад. РАН Н.П. Лякишева. – М.: Машиностроение, 2001. – Т.1-3. – 2986 с.

2. Джураев Т.Д., Рахимов Ф.К., Газизова Э.Р. Особенности взаимодействия иттербия с элементами периодической системы Д.И. Менделеева //Доклады АН Республики Таджикистан, 2011, т. 54, № 2, с.141-144.

3. Джураев Т.Д. Изучение диаграммы состояния системы Sr-Ba-Al методом симплексных решеток // Журн. Заводская лаборатория. – 1975. – Т. 41, №3. – С.335-337.

4. Джураев Т.Д. Физико-химические основы разработки композиций и сплавов кальция, стронция и бария: дисс. док. хим. наук. - М., 1991. - 374 с.

5. Джураев Т.Д., Рахимов Ф.К., Газизова Э.Р. Изучение диаграммы состояния трехкомпонентной системы иттербий-алюминий-стронций//Матер.

VI международной научно-практической конференции «Перспективы развития науки и образования». Душанбе: ТТУ им. М.С. Осими, 2012 С. 369-373.

ТАҲҚИҚОТИ БУРИШИ КВАЗИБИНАРИИ $YbAl_2$-$SrAl_4$

Т.Д. Джураев, Ф.К. Рахимов, Э.Р. Газизова

Дар мақолаи мазкур буриши политменталии $YbAl_2$-$SrAl_4$ омӯхта ва сохта шудааст. Дар натиҷаи таҳқиқот маълум гардидааст, ки буриши квазибинарии системаи $YbAl_2$-$SrAl_4$ аз рӯйи характери ҳамҷояшавиаш намуди эвтектикӣ буда, компонентҳо дар ҳолати моеъгӣ бемаҳдуд ҳал шуда, дар ҳолати сахти маҳдуднок ҳал мешаванд. Диаграммаи ҳолати сохташуда имконияти гузаронидани трангулятсияи сингуляриро дар системаҳои алюминий-стронсий-иттербийро дошта, сохтани сатҳи ликвидуси системаи сечандаи мазкурро осон мегардонад.

Калимаҳои калидӣ: алюминий, стронсий, иттербий, буриши квазибинарӣ.

INVESTIGATION OF THE QUASIBINAR SECTION OF YbAl2-SrAl4

T.D. Juraev, F.K. Rakhimov, E.R. Gazizova

A polythermal section of YbAl2-SrAl4 was studied and constructed in this paper. Investigations have shown that the polythermal section of the quasibinary system YbAl2-SrAl4 is eutectic in character of the unrestricted solubility of the components in the liquid and limited in the solid state. The constructed state diagram makes it possible to produce a singular triangulation of the aluminum-strontium-ytterbium system, thereby facilitating the task of constructing a general liquidus surface of the triple system.

***Keywords**: aluminum, strontium, ytterbium, quasibinary section.*

Сведения об авторах:

Джураев Тухтасун Джураевич – д.х.н., профессор кафедры «Металлургия» ТТУ им. акад. М.С. Осими. *E-mail:mcm45@mail.ru*.

Рахимов Фаррух Каюмович – к.х.н., и.о. доцента кафедры «Металлургия» ТТУ им. акад. М.С. Осими. *E-mail:* rahimov_83F@mail.ru.

Газизова Элвира Рашитовна – к.х.н., и.о. доцента кафедры «Металлургия» ТТУ им. акад. М.С. Осими.

ПОТЕНЦИОДИНАМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СПЛАВА АК9М2, ЛЕГИРОВАННОГО СКАНДИЕМ

И.Н. Ганиев[1], Б.Б Эшов[2], С.С. Гулов[1], Дж.Т. Ашурматов[1]

(Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими[1], Центр исследования инновационных технологий Академии наук РТ[2])

Потенциостатическим методом в потенциодинамическом режиме при скорости развертки потенциала 2мВ/с исследовано коррозионно-электрохимическое поведени сплава АК9М2, легированного скандием, в среде электролита NaCl различной концентрации. Потенциал свободной коррозии как исходного, так и легированных сплавов характеризуется смещением в положительную область. По мере роста содержания скандия скорость коррозии сплава-основы повышается независимо от концентрации электролита. Предельное значение скорости коррозии сплавов с содержанием до 0,5 мас.% скандия ниже, чем у исходного сплава. Таким образом, можно предположить, что оптимальная концентрация скандия в сплаве АК9М2 в данной среде находится в пределах 0,01- 0,05мас.%, т.к. именно данные сплавы характеризуются минимальным значением скорости коррозии среди исследованных композиций составов.

Ключевые слова: *сплав АК9М2, скандий, потенциостатический метод, электролит NaCl, скорость коррозии, потенциал коррозии, потенциал питтингообразования.*

Сплав АК9М2 – это литейный силумин с содержанием кремния 9% (по массе) и меди 2% (по массе). Медистые силумины по жаропрочности и обработке резанием превосходят двойные сплавы алюминия с кремнием, легированные магнием, но по литейным качествам, герметичности и стойкости к коррозии уступают им.

При оценке стойкости того или иного металла или сплава необходимо участие его поведения в агрессивных средах. Устойчивость сплавов в различных средах определяется их структурой [1,2]. Характерным видом коррозии алюминиевых сплавов в хлоридсодержащих средах является

питтинговое разрушение поверхности отливок. Питтинги формируются обычно на слабых местах защитной плёнки или неоднородных участках сплава. Далее формируется электролитическая ячейка, в которой анодом служит небольшой участок активной поверхности металла. При этом катодом служит значительная часть пассивной поверхности [3,4]. Имеющиеся сведения о коррозии сплавов алюминия не относятся к сплаву АК9М2 с участием РЗМ.

Методика синтеза и изучения сплавов

Реактивы нижеследующей квалификации использовались для получения сплавов: алюминий марки А95(99,95%Al), кремний Кр00 (99,0%Si), медь М00(99,99%Си), скандий (лигатура Al +2%Sc). Процент содержания скандия в сплавах составляет 0.010, 0.050, 0.10 и 0.50% (по массе). На микроаналитических весах типа МВА-2 с точностью $1 \cdot 10^{-5}$кг производили взвешивание шихты. Синтез сплавов проводили в шахтной печи сопротивления типа СШОЛ. При шихтовке ингредиентов сплавов учитывался угар металлов. Синтезированные сплавы подвергались выборочно химическому анализу. Вес сплавов и шихты контролировался их взвешиванием. Изучению подвергались сплавы, у которых разница в весе до и после сплавления не превышала 2-3% (отн.). Скандий вводили в виде 2%-ной промышленной лигатуры с алюминием. Из сплавов со скандием отливали стержни размером 120х8 мм в графитовую изложницу. Торцевую часть стержней использовали как рабочий электрод. Для этого поверхность подвергали полированию, обезжириванию и травлению 10%-ным раствором NaOH с последующим промыванием спиртом. Остальную часть поверхности изолировали смесью (50:50) канифоли и парафина. Изучения проводили по методикам, описанным в работах [5-12], при скорости развертки потенциала 2 мВ/с потенциодинамическим методом. Изучения проводились на потенцостате ПИ-50-1.1. В качестве вспомогательного электрода использовался платиновый, а электродом сравнения служил хлорсеребряный. Коррозионной средой являлся электролит хлорида натрия.

На рис. 1 в качестве примера представлена полная поляризационная диаграмма для исходного сплава АК9М2 в среде электролита 3%-ного NaCl.

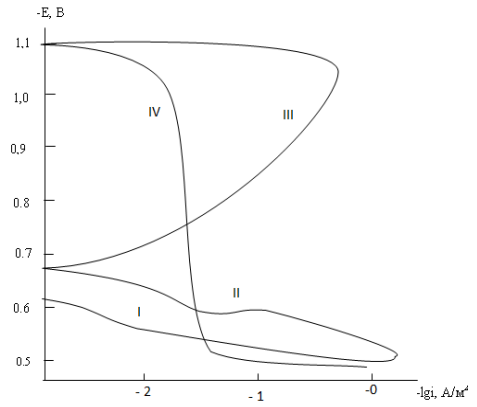


Рис. 1. Полная поляризационная (2мВ/с) кривая сплава АК9М2 в среде электролита 3% - ного NaCl.

Определялись потенциалы свободной коррозии ($E_{св.к.}$), коррозии ($E_{кор.}$), репассивации ($E_{реп.}$), питтингооброзования ($E_{по.}$), которые находили по полученным анодным поляризационным кривым. Известно, что плотность тока коррозии является основной характеристикой самого процесса коррозии, этот параметр рассчитывали по катодным кривым. Расчет скорости коррозии производили по нижеприведенному уравнению, в котором учитывалась тафеловская константа (0,12В). Скорость коррозии (К) рассчитывали по уравнению

$$K = i_{кор.} \cdot k,$$

где

k=0.335 г/А·ч для алюминия [5,6].

На рисунке 2 и в таблицах 1-3 приведены результаты исследований, зависимости потенциала свободной коррозии ($-E_{св.к.}$,В) сплава АК9М2 от времени и содержания скандия в среде 3.0, 0.3 и 0.03% - ного электролита NaCl. Потенциал свободной коррозии исходного сплава АК9М2 в исследованных средах характеризуется смещением в положительную область (табл. 1,2 и рис.2.). Это смещение в первые 20 минут погружения в электролит NaCl имеет почти линейный вид. Для легированных скандием сплавов наблюдается сдвиг потенциала свободной коррозии в положительную сторону. Такая закономерность прослеживается и от концентрации скандия.

Таблица 1.

Временная зависимость потенциала (х.с.э.) свободной коррозии (-$E_{св.к.}$,В) сплава АК9М2 от содержания скандия в среде электролита 3%- ного NaCl

Время выдержки, минут	Содержание скандия, мас. %				
	0.0	0.01	0.05	0.1	0.5
0	0,901	0,881	0,866	0,857	0,847
0,15	0,871	0,858	0,842	0,831	0,826
0,2	0,861	0,843	0,831	0,818	0,811
0,3	0,847	0,827	0,817	0,808	0,796
0,4	0,834	0,813	0,804	0,787	0,772
0,5	0,818	0,796	0,791	0,775	0,756
0,6	0,804	0,779	0,772	0,751	0,739
2	0,781	0,758	0,751	0,731	0,721
3	0,766	0,744	0,739	0,716	0,706
4	0,752	0,727	0,724	0,706	0,688
5	0,727	0,716	0,717	0,686	0,662
10	0,709	0,694	0,688	0,657	0,634
20	0,673	0,661	0,659	0,634	0,616
30	0,656	0,638	0,626	0,613	0,596
40	0,637	0,606	0,605	0,586	0,570
50	0,625	0,584	0,576	0,564	0,556
60	0,625	0,560	0,558	0,550	0,546
70	0,625	0,558	0,557	0,550	0,545

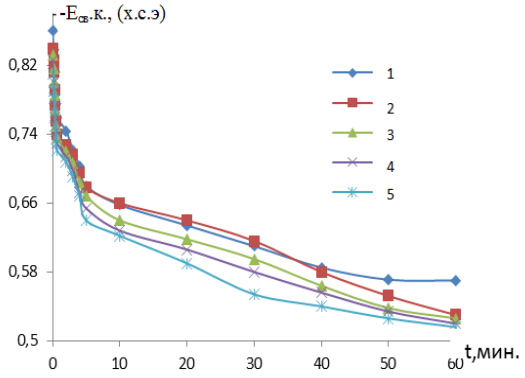


Рис. 2. Зависимость потенциала свободной коррозии (-$E_{св.к.}$,В) сплава АК9М2,(1) от времени и содержания скандия, мас.%: 0,01(2); 0,05(3); 0,1(4); 0,5(5), в среде электролита 0,3% - ного NaCl.

Таблица 2.

Зависимость потенциала (х.с.э) свободной коррозии (-$E_{св.к.}$,В) сплава АК9М2 от времени и содержании скандия в среде электролита 0,03%-ного NaCl

Время выдержки, минут	Содержание скандия, мас. %				
	0.00	0.01	0.05	0.1	0.5
0	0,723	0,708	0,692	0,676	0,669
0,15	0,698	0,686	0,686	0,678	0,656
0,2	0,686	0,684	0,674	0,663	0,646
0,3	0,670	0,670	0,666	0,651	0,637
0,4	0,657	0,661	0,654	0,646	0,624
0,5	0,646	0,646	0,643	0,633	0,613

0,6	0,629	0,641	0,633	0,619	0,605
2	0,616	0,624	0,625	0,611	0,584
3	0,611	0,616	0,608	0,588	0,572
4	0,587	0,604	0,597	0,572	0,556
5	0,576	0,586	0,587	0,558	0,548
10	0,560	0,572	0,568	0,547	0,522
20	0,544	0,558	0,550	0,518	0,502
30	0,526	0,534	0,530	0,496	0,484
40	0,518	0,512	0,518	0,474	0,472
50	0,500	0,488	0,480	0,462	0,458
60	0,500	0,472	0,463	0,454	0,450

Таблица 3.

Коррозионно-электрохимические характеристики (х.с.э.) сплава АК9М2 со скандием в среде электролита NaCl

Среда NaCl, мас. %	Содержание скандия в сплаве, АК9М2 мас. %	Электрохимические потенциалы (х.с.э),В				Скорость коррозии	
		$-E_{св.кор}$	$-E_{кор}$	$-E_{п.о}$	$-E_{рп}$	$i_{кор.}$	$K\cdot10^{-3}$
						$А/м^2$	$г/м^2\cdot ч$
0,03%	-	0,500	1,061	0,400	0,522	0,0300	10,07
	0.01	0,473	1,029	0,387	0,500	0,0226	7,57
	0.05	0,465	1,028	0,365	0,466	0,0240	8,17
	0.1	0,454	1,016	0,353	0,450	0,0248	8,30
	0.5	0,450	1,005	0,345	0,440	0,0255	8,55
0,3%	-	0,570	1,089	0,480	0,588	0,0340	11,41
	0.01	0,530	1,043	0,466	0,570	0,0242	8,13
	0.05	0,526	1,036	0,450	0,560	0,0256	8,57
	0.1	0,521	1,039	0,435	0,560	0,0272	9,11
	0.5	0,516	1,014	0,420	0,542	0,0301	11,12
3%	-	0,620	1,105	0,522	0,654	0,0380	12,75
	0.01	0,560	1,076	0,500	0,605	0,0250	8,37
	0.05	0,558	1,061	0,480	0,595	0,0270	9,06
	0.1	0,550	1,046	0,475	0,582	0,0290	9,71
	0.5	0,546	1,043	0,472	0,574	0,0310	10,38

Детальную характеристику поведения сплавов в среде электролита NaCl можно наблюдать из данных приведенных в таблице 3. Согласно этим данным коррозионный потенциал (при наложение внешнего тока) у сплавов отодвигается в положительную область. Такая закономерность сохраняется и от концентрации электролита. Подобным образом изменяются потенциалы $E_{реп.}$ и $E_{по}$. Максимальное значение скорости коррозии у сплавов наблюдается в более концентрированной среде электролита NaCl, т.е. отмечен рост скорости коррозии сплавов от концентрации хлорид-иона независимо от количества скандия.

Что касается влияния легирующего компонента, то по мере его роста от 0,01-0.05 мас.% отмечается убывание скорости коррозии, затем наблюдается его рост. Однако у сплавов со скандием оно меньше, чем у сплава АК9М2 в изученных средах. Таким образом, можно констатировать, что оптимальному содержанию скандия в сплаве АК9М2 соответствует 0,01-0,05мас.%., так как именно при этих концентрациях сплавы характеризуются низким значением скорости коррозии.

Литература:

1. Белецкий В.М. Алюминиевые сплавы (Состав, свойства, технология, применение). Справочник/В.М. Белецкий, Г.А. Кривов; под ред. И.Н. Фридляндера. – Киев.: КОМИТЕХ, 2005. – 365 с.

2. Луц А.Р. Алюминий и его сплавы/А.Р. Луц, А.А. Сулина. Самарск. гос. тенх. ун-т, Самара, 2013. – 81 с.

3. Красноярский В.В. Коррозионно-электрохимические свойства сплавов алюминия с железом в нейтральных растворах/В.В. Красноярский, Н.Р. Саидалиев//Защита от коррозии и окр. ср. Вып. №3. – 1991. – С. 14-19.

4. Мондольфо Л.Ф. Структура и свойства алюминиевых сплавов/Л.Ф. Мондольфо. - М.: Металлургия, 1973. - 639 с.

5. Умарова Т.М. Анодные сплавы алюминия с марганцем, железом и редкоземельными металлами/Т.М. Умарова, И.Н. Ганиев.-Душанбе, 2009-232с.

6. Ганиев И.Н. Коррозия двойных алюминиевых сплавов в нейтральных средах/И.Н. Ганиев, Т.М. Умарова, З.Р. Обидов. – Германия. Издательский дом LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011. – 198 с.

7. Азимов Х.Х. Потенциодинамическое исследование сплава Al+2,18%Fe, модифицированного литием в среде электролита NaCl/Х.Х. Азимов, И.Н. Ганиев, И.Т. Амонов, Дж.Х. Джайлоев//Изв. ВУЗов. Химия и химическая технология. – 2016. – Т.59. - №2. – С.74-79.

8. Джайлоев Дж.Х. Потенциодинамическое исследование сплава Al+2,18%Fe, легированного барием/Дж.Х. Джайлоев, И.Н. Ганиев, И.Т. Амонов, Х.Х. Азимов//Изв. ВУЗом. Химия и химическая технология. – 2014. – Т.57. - №2. – С.97-98.

9. Раджабалиев С.С. Влияние свинца на анодное поведение сплава Al+2,18%Fe/С.С. Раджабалиев, И.Н. Ганиев, И.Т. Амонов//Вопросы материаловедения. – 2016. - №2(86). – С. 147 – 152.

10. Джайлоев Дж.Х. Анодное поведение сплава AL+2,18%Fe, легированного кальцием в среде электролита NaCl/Дж.Х. Джайлоев, И.Н.

Ганиев, И.Т. Амонов//Изв. ВУЗов. Химия и химическая технология. – 2015. - Т.58. - №12. – С.38 - 42.

11. Назаров Ш.А. Потенциодинамическое исследование сплава Al+6%Li с иттрием в среде электролита NaCl/Ш. А. Назаров, И. Н. Ганиев, М.Т. Норова, Н.И. Ганиева//Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2016. – Т.14. - №2. – С. 95-100.

12. Одинаев Ф.Р. Потенциодинамическое исследование сплава АЖ4.5, легированного свинцом в среде электролита NaCl/Ф.Р. Одинаев, И.Н. Ганиев, А.Г.Сафаров, У.Ш. Якубов//Обработка сплошных и слоистых материалов. – 2016. - №2 (45). – С.64-68.

ТАДҚИҚОТИ ПОТЕНСИДИНАМИКИИ ХӮЛАИ АК9М2-и БО ИЛОВАИ СКАНДИЙ ҶАВҲАРОНИДАШУДА

И.Н. Ғаниев, Б.Б Эшов, С.С. Гулов, Ҷ.Т. Ашурматов

Бо усули потенсиостатикӣ дар реҷаи потенсиодинамикӣ бо суръати тобиши потенсиали 2 мВ/с рафтори электрохимиявии хӯлаи АК9М2-и бо скандий ҷавҳаронидашуда дар маҳлули электролити NaCl бо миқдори гуногун таҳқиқ карда шудаанд. Потенсиали озоди зангзанӣ ҳамчун хӯлаи ибтидоӣ ва ҷавҳаронидашуда омехташавиро ба тарафи манфӣ дигар мекунад. Ҳудуди қимати сурати зангзании хӯлаҳо бо миқдори то 0,5% скандий нисбат ба хӯлаи ибтидоӣ пасттар мебошад.

Ҳамин тариқ дар назар доштан мумкин аст, ки миқдори муътадили скандий дар хӯлаи АК9М2 дар муҳити мазкур дар фосилаҳои 0,01-0,05%-и миқдор мавҷуд аст, зеро маҳз хӯлаҳои мазкур бо қимати хурдтарини суръати зангзанӣ миёни дастаи таркиби хӯлаҳои таҳқиқшаванда тавсия гардидаанд.

Калимаҳои калидӣ: хӯлаи АК9М2, скандий, усули потенсиостатикӣ, электролити NaCl, суръати зангзанӣ, потенциали зангзанӣ.

THE IN FLUENCE ON SCANDIUM ON KIHETIK OF OXYDATION OF THE HARD ALLOY AK9M2

I.N. Ganiev, B.B. Eshov, S.S. Gulov, J.T. Ashurmatov

Potentiostatic method in the potentiodynamic mode at the potential sweep rate of 2 mV/s, the corrosion-electrochemical behavior of the alloy scanted with AK9M2

in the NaCl electrolyte of various concentrations was studied. The potential for free corrosion of both the initial and alloyed alloys is characterized by a shift to the positive region. As the content of scandium increases, the corrosion rate of the base alloy increases regardless of the concentration of the electrolyte. The limiting value of the corrosion rate of alloys with a content of up to 0.5% by weight of scandium is lower than that of the initial alloy. Thus, it can be assumed that the optimal scandium concentration in the AK9M2 alloy in this medium is within the range of 0.01-0.05% by mass, since these alloys are characterized by a minimum value of corrosion rate among the composition compositions studied.

Keywords: alloy AK9M2; scandium; potentiostatic method; electrolyte NaCl; corrosion rate; potential for corrosion; potential of pitting.

Сведения об авторах:

Ганиев И.Н. – академик АН РТ, д.х.н., профессор кафедры «Технология химических производств» ТТУ им. акад. М.С. Осими, автор более 800 научных работ и 100 патентов. Область научных интересов: материаловедение, физико-химия алюминиевых сплавов, коррозия и защита от коррозии. E-mail: ganiev48@mai.ru

Эшов Б.Б. – д.т.н., директор центра исследования инновационных технологий АН Республики Таджикистан.

Гулов С.С. – к.т.н., и.о. доцента, заведующий кафедрой «Материаловедение, металлургические машины и оборудование» ТТУ им. акад. М.С. Осими, автор более 35 научных и учебно-методических работ и 3 патентов. Область научных интересов: физико-химические свойства алюминиевых сплавов. *E-mail:* gulov72@mail.ru

Ашурматов Дж.Т. – ассистент кафедры «Материаловедение, металлургические машины и оборудование» ТТУ им. акад. М.С. Осими. *E-mail:* ashurmatov16@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПЛАВЛЕНИЯ ИНТЕРМЕТАЛЛИДОВ СИСТЕМ МАГНИЙ – ЛАНТАНОИДЫ, БОГАТЫХ МАГНИЕМ

И.Р. Исмоилов[1], Ш.А. Ахмедов[2], Х.А. Зоиров[1], А.Б. Бадалов[1]

(Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими[1],

Таджикский аграрный университет им. Ш. Шотемур[2])

Проведен системный анализ имеющихся сведений о температуре плавления интерметаллических (ИМ) соединений систем магний – лантаноиды. Полуэмпирическим методом, который учитывает электронное строение лантаноидов, уточнены и/или определены неизвестные величины и установлена зависимость изменения температуры плавления всех ИМ систем в зависимости от их природы и состава. Проведено математичес-кое моделирование и составлены уравнения этих закономерностей.

Ключевые слова: *магний, лантаноиды, температура плавления, полу-эмпирический метод, корреляция, электронное строение, закономерность, природа, состав.*

Фундаментальные исследования полиметаллических систем позволяют получать достоверные сведения об их физико-химических и термодинамических свойствах. На их основе можно проводить системный анализ имеющихся сведений и установить закономерности изменения характеристик сходных металлических сплавов в зависимости от природы компонентов системы и других параметров. Появилась возможность подбора оптимальных условий получения материалов с «запрограммированными» характеристиками, соответствующими эксплуатационным требованиям.

Лёгкие сплавы на основе магния, легированные редкоземельными металлами, в частности лантаноидами (Ln – лантаноиды) проявляют важные прикладные характеристики. Достоверные сведения о физико-химических и термических характеристиках сплавов способствуют их широкому применению в современных отраслях техники и технологии.

Диаграмма состояния систем магний (Mg)-лантаноиды (Ln) изучена многими исследователями [1-4]. Результаты этих исследований, обобщённые в работе [5], указывают, что в системе Mg-Ln, в области богатых магнием, образуются интерметаллиды (ИМ) составов MgLn, Mg_2Ln, Mg_3Ln, $Mg_{12}Ln$ и $Mg_{24}Ln_5$. Анализ имеющихся в литературе значений важной прикладной характеристики – температуры плавления ИМ показывает, что данные являются неполными. Имеющиеся данные заметно отличаются между собой [2-4]. Для ИМ составов $Mg_{12}Ln$ и $Mg_{24}Ln_5$ имеются лишь единичные сведения о температуре плавления. Поэтому затруднено установить закономерности изменения температуры плавления ИМ этих систем в зависимости от природы лантаноидов.

В данной работе приведены результаты проведённого нами системного анализа температуры плавления ИМ систем Mg-Ln, богатых магнием составов Mg_2Ln, Mg_3Ln и эквимолярного состава MgLn. Полуэмпирическим и расчётным методами определены и/или уточнены температуры плавления данных составов систем Mg-Ln, установлены закономерности их изменения в зависимости от природы лантаноидов и от состава ИМ.

Системный анализ проведен с помощью полуэмпирического метода, разработанного Полуэктовым Н.С. с сотрудниками [6-8]. Метод учитывает индивидуальные особенности электронного строения атомов лантаноидов (Ln) и их влияние на искомую характеристику А (где А - $T_{пл.}$) ИМ. Расчёт (расчёт-1) произведён по следующему корреляционному уравнению

$$\mathbf{A_{(AlxLny)} = A_{(AlxLay)} + \alpha N_f + \beta S + \gamma' L_{(Ce - Eu)}(\gamma'' L_{(Tb - Yb)})} \quad (1)$$

где

коэффициенты: α - учитывает долевое влияние 4f – электронов, β – спиновых (S) – и γ - орбитальных (L) моментов движения атомов лантаноидов, (γ′ – для лантаноидов цериевой и γ″ – для лантаноидов иттриевой подгрупп) на значения температуры плавления ИМ. Метод широко и успешно нами применён для многих соединений лантаноидов [9-12].

Значения температуры плавления указанных составов ИМ систем для лантана (La), гадолиния (Gd) и лютеция (Lu), отсутствующие в литературе, определены методами сравнительного расчёта Карапетьянца М.Х. [13] и разностей Киреева В.А. [14]. Эти данные являются базисными для проведения системного анализа искомых характеристик ИМ других лантаноидов полуэмпирическим методом Полуэктова Н.С. и установления закономерности их изменения. Значения коэффициентов корреляционного уравнения (1), которые приведены таблице 1, позволяют по их величине установить долевое участие каждого компонента уравнения на величины температуры плавления ИМ систем Mg-Ln.

Таблица 1.

Значения коэффициентов уравнения (1) по определению температуры плавления ИМ

ИМ	Параметр	α	β	γ'	γ''
MgLn	$T_{пл.}$, К	-13,86	-3,43	-23,59	26,45
Mg_2Ln	$T_{пл.}$, К	-8,57	0	-5,11	-15,53
Mg_3Ln	$T_{пл.}$, К	-11,5	-17,0	7,93	23,2

Полученные наиболее полные сведения по температуре плавления интерметаллидов изученных составов приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Температура плавления интерметаллидов систем Mg - Ln

ИМ		Ln	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
MgLn	$T_{пл.}$, К	Рас-чёт 1	1138	1038	975	936	856	929	764	1029	1080	1123	1138	1125	1086	995	944
		Лите-ратура	1138	984	823	1073	-	1073	736	1029	1130	1130	1124	1095	1034	991	944
Mg_2Ln	$T_{пл.}$, К	Рас-чёт 1	1053	1021	1002	988	979	976	879	993	930	891	867	858	865	800	933
		Лите-ратура	1053	1023	-	923	-	1023	992	993	-	-	-	857	-	-	933
Mg_3Ln	$T_{пл.}$, К	Рас-чёт 1	1071	1063	1059	1047	1027	999	901	931	940	953	958	955	944	870	910
		Лите-ратура	1071	1069	1071	1053	-	973	-	931	-	-	-	-	-	971	-

Из данных табл. 2 можно заметить хорошее совпадение имеющихся литературных и расчётных значений температуры плавления ИМ, за

исключением Mg_2Sm, Mg_2Lu и Mg_3Ce. Это свидетельствует о правомочности применяемых полуэмпирических методов и достоверности полученных величин. Полученные наиболее полные значения температуры плавления ИМ изученных составов позволили установить закономерности изменения данной характеристики ИМ в зависимости от природы лантаноидов. С ростом порядкового номера лантаноидов наблюдается понижение температуры плавления ИМ изученных составов.

Из рисунков 1 – 3 видно, что закономерность изменения температуры плавления ИМ сходного состава от природы лантаноидов в пределах всей группы делятся по подгруппам лантаноидов – цериевой и иттриевой, с проявлением «тетрад-эффект»-а. При этом отмечаются следующие особенности:

-для ИМ составов MgLn и Mg_2Ln (цериевой подгруппы) наблюдается одинаковый характер закономерности кривых. С ростом порядкового номера лантаноидов в пределах подгрупп происходит уменьшение температуры плавления ИМ;

-для ИМ Mg_2Ln иттриевой подгруппы с ростом порядкового номера лантаноидов кривая имеет выпуклость вниз с минимумом для ИМ эрбия;

-общий характер кривых наблюдается для ИМ составов MgLn (иттриевой подгруппы) и Mg_3Ln (обеих подгрупп). Кривые имеют выпуклостью вверх с максимумом в середине подгрупп;

-отклонение характеристики ИМ европия и иттербия от общих закономерностей обусловлено частичным и полным заполнением электронами 4f- орбиталей атомов этих элементов.

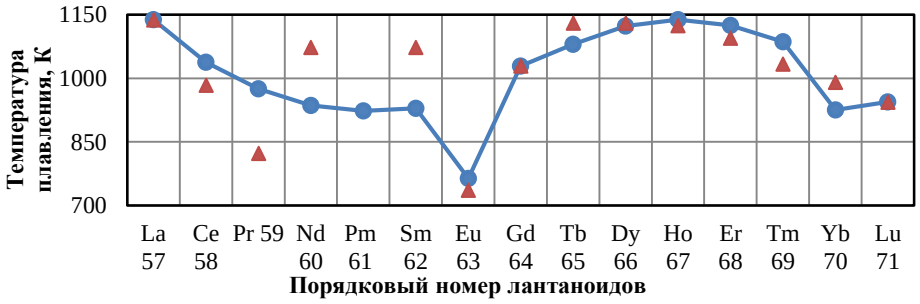


Рисунок 1. Зависимость изменения температуры плавления ИМ состава MgLn от порядкового номера Ln: ▲ – литература; ● – расчет.

Рисунок 2. Зависимость изменения температуры плавления ИМ состава Mg_2Ln от порядкового номера Ln: ▲ – литература; ● – расчёт

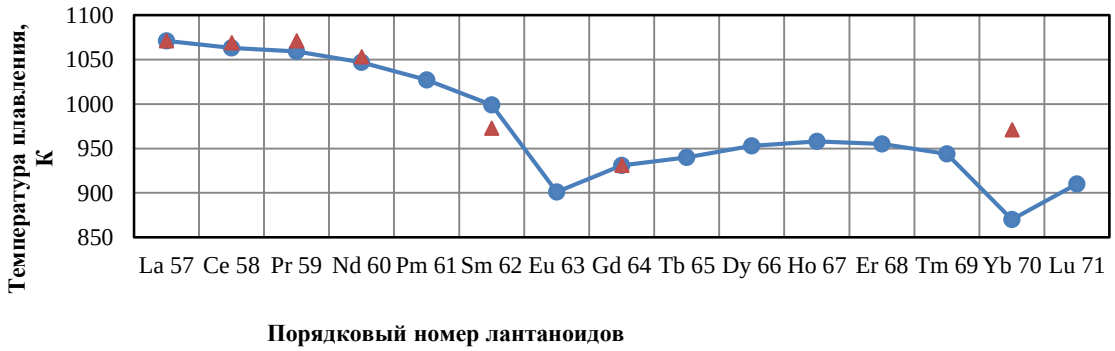


Рисунок 3. Зависимость изменения температуры плавления ИМ состава Mg_3Ln от порядкового номера Ln: ▲ – литература; ● – расчёт

С целью получения уравнений, которые выражают закономерности изменения температуры плавления ИМ систем Mg - Ln изученных составов, проведено математическое моделирование полученных результатов. Математическое моделирование результатов проведено по стандартной программе MICROSOFT EXCEL. Исходя из разного характера закономерностей в изменениях характеристики ИМ, обработка данных проведена отдельно для цериевой и иттриевой подгрупп лантаноидов. При расчётах не учтены значения температуры плавления для ИМ европия и иттербия, так как характеристики соединений этих металлов выпадают из общих закономерностей. Отличие обусловлено особенностями электронного строения атомов данных металлов.

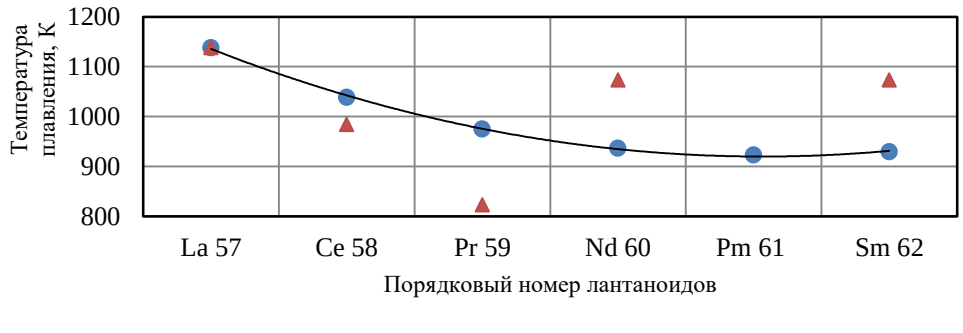
Полученные математические уравнения закономерности изменения температуры плавления ИМ в зависимости от природы лантаноидов приведены в таблице 3.

Таблица 3

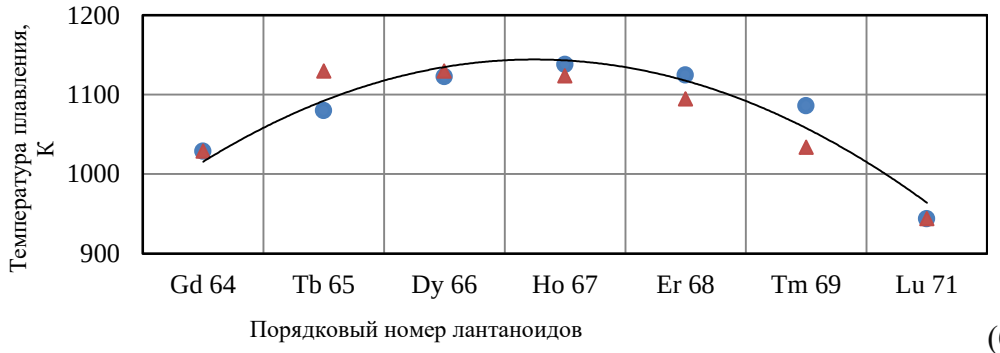
Уравнения закономерности изменения термических характеристик ИМ от природы лантаноидов

Состав ИМ	Функция		Вид уравнений	R^{2*}
MgLn	$T_{пл.}$,К	(а)*	$y = 13{,}036x^2 - 132{,}08x + 1254{,}4$	0,9988
		(б)*	$y = -17{,}036x^2 + 127{,}68x + 905$	0,9382
Mg_2Ln	$T_{пл.}$,К	(а)	$y = 3{,}3036x^2 - 38{,}125x + 1086{,}5$	0,9977
		(б)	$y = 10{,}893x^2 - 99{,}393x + 1085$	0,9704
Mg_3Ln	$T_{пл.}$,К	(а)	$y = -2{,}9286x^2 + 6{,}7857x + 1065$	0,9929
		(б)	$y = -4{,}1786x^2 + 31{,}536x + 899$	0,923

Примечание:- уравнения соответствуют (а) – цериевой - ; (б) – иттриевой подгруппе лантаноидов; R^2 – степень достоверности; x – порядковый номер металла; y – температура плавления ИМ.



(а)



(б)

Рисунок 4. Графики закономерности изменения температуры плавления ИМ от природы лантаноидов по их подгруппам: ▲ – литература; ● – расчёт; — линия тренда.

В качестве иллюстрации на рисунке 4 приведены характерные кривые закономерности изменения температуры плавления ИМ в зависимости от природы лантаноидов по их подгруппам - 4(а) – цериевая, 4(б) - иттриевая. На рисунках отражены литературные и расчётные данные, также линии тренда, полученные по результатам математического моделирования.

Полученные наиболее полные значения температуры плавления ИМ изученных составов (табл. 2) позволили установить также закономерности изменения температуры плавления ИМ в зависимости от их состава. В таблице 4 приведены уравнения этих закономерностей.

Таблица 4.

Уравнения закономерности изменения температуры плавления ИМ от их состава

Ln	Уравнения тренда	Ln	Уравнения тренда
La	$y = 51{,}5x^2 - 239{,}5x + 1326$	Gd	$y = -49x + 1082{,}3$
Ce	$y = 15x^2 - 18x + 978$	Tb	$y = 80x^2 - 390x + 1390$
Pr	$y = 15x^2 - 18x + 978$	Dy	$y = 147x^2 - 673x + 1649$
Nd	$y = 3{,}5x^2 + 41{,}5x + 891$	Ho	$y = 181x^2 - 814x + 1771$
Pm	$y = -37{,}5x^2 + 235{,}5x + 658$	Er	$y = 182x^2 - 813x + 1756$
Sm	$y = -12x^2 + 83x + 858$	Tm	$y = 150x^2 - 671x + 1607$
Eu	$y = -46{,}5x^2 + 254{,}5x + 556$	Yb	$y = 132{,}5x^2 - 592{,}5x + 1455$
		Lu	$y = -6x^2 + 7x + 943$

**Примечание: $R^2=1$ – степень достоверности для всех ИМ; $x = m{:}n$ и определяется из состава ИМ $Mg_{(m)}Ln_{(n)}$; y – температура плавления ИМ.*

На рисунке 5 приведены характерные кривые, отражающие законо-мерность изменения температуры плавления ИМ систем Mg-Ln от их сос-тава. Графики соответствуют ИМ лантаноидов подгрупп иттриевой 5(а), 5(б) – Ce, Pr и Nd; 5(в) – Pm, Sm и Eu; 5(г) - La, Gd и Lu. В изменение свойств ИМ La, Gd и Lu оказывают доминирующее влияние линейный характер пополнения электронами 4f – орбиталей (N_f уравн.(1)), схожести электронного строения и возможности у этих атомов перехода 4f -электронов на 5d – орбиталей. В других подгруппах определяющее влияние имеют спин (S)-, орбитальное (L) взаимодействия.

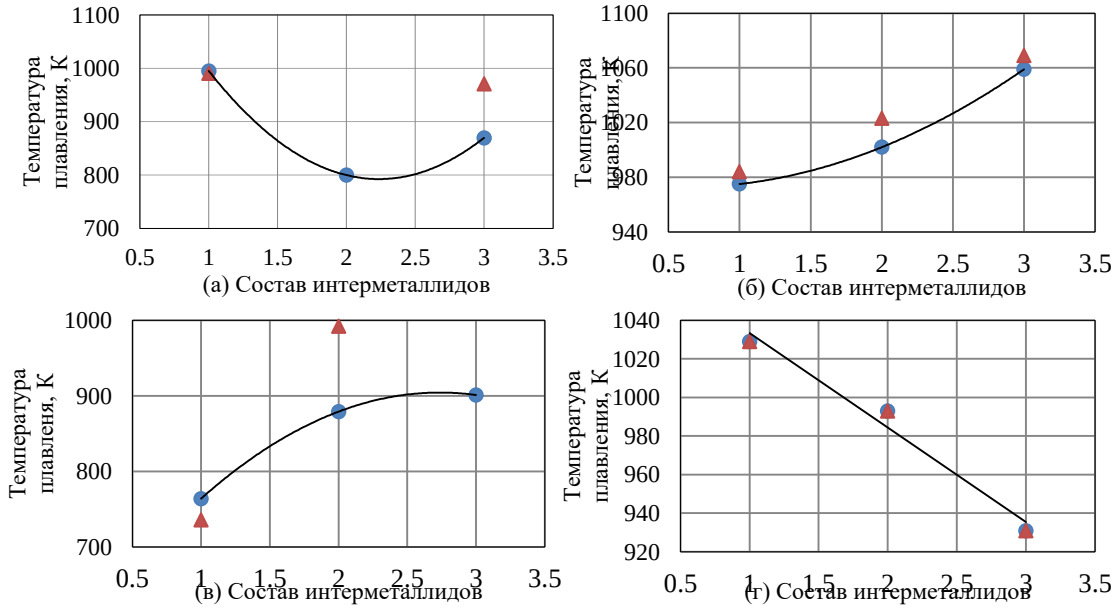


Рисунок 5. Графики закономерности изменения температуры ИМ систем Mg(m)-Ln(n) от их состава(m/n): ▲ – литература; ● – расчёт; — линия тренда.

Литература:

1. Воздвиженский В.М. Прогноз двойных диаграмм состояния. – М.: Металлургия, 1975, 224 с.

2. Бурылёв Б.П. Термодинамика металлических растворов внедрения. – Ростов-на-Дону: Ростовский университет, 1984, 160 с.

3. Воздвиженский В.М. – Общие закономерности в строении диаграмм состояния металлических систем. – М.: Наука, 1973, 144 с.

4. Буданова Г.М., Володарская Р.С., Канаев Н.А. Анализ алюминиевых и магниевых сплавов. М.: Металлургия, 1966, 360 с.

5. Диаграммы состояния двойных металлических систем. Под ред. акад. РАН Н.П. Лякишева. – М.: Машиностроение, 1996, 1997, 2001, т.1-3, 992, 1024, 1320 с.

6. Полуэктов Н.С., Тищенко М.А., Желтвай И.И. Докл. АН СССР, 1974, т.219, №2, с.364 – 367.

7. Полуэктов Н.С., Мешкова С.Б., Коровин Ю.В., Оксиненко И.И. Докл. АН СССР, 1982, т. 266, №5, с.1157 – 1159.

8. Мешкова С.Б., Полуэктов Н.С., Топилова З.М., Данилкович М.М. Гадолиниевый излом в ряду трёхвалентных лантаноидов. Коорд. химия, 1986, т.12, вып. 4, с.481- 484.

9. Исмоилов И.Р., Ходжаев Ф.К., Джураев Т.Д., Бадалов А. Системный анализ термических характеристик лантаноидов. Вестник Таджикского технического университета, 2014, №4(28), с. 25-28.

10. Мирсаидов У.М., Гафуров Б.А., Бадалов А. Борогидриды редкоземельных металлов с тетрад-эффектом: проявление при определённых термодинамических характеристиках. Известия АН РТ, сер. физ.-мат., хим., геолог. и тех. наук, 2014,№2 (155), с.19-25.

11. Б.А. Гафуров, И.У. Мирсаидов, Х. Насруллоев, У. Мирсаидов., Бадалов А. Термохимические характеристики борогидридных соединений лантаноидов. Журн. физ. химии, 2014, т.88,№7-8, с.1103-1107.

12. Badalov A.B., Gafurov B.A., Mirsaidov I.U., Hakerov I. Thermal stability and thermodynamic properties of tris tetrahydrofuranates lanthanide boro-hydrides.-Inter. J. of Hydrogen energy,2011,v.36, Iss.I, p.1217-1219.

13. Карапетьянц М.Х. Методы сравнительного расчёта физико-химических свойств.-М.: Наука, 1963, 403 с.

14. Киреев В.А. Методы практических расчётов в термодинамике химических реакций. – М.: Химия, 1975, 536 с.

МОДЕЛИ МАТЕМАТИКИИ ҚОНУНИЯТҲОИ ТАҒЙИРЁБИИ ҲАРОРАТИ ГУДОЗИШИ ИНТЕРМЕТАЛЛИДҲОИ СИСТЕМАҲОИ МАГНИЙ-ЛАНТАНОИДҲОИ АЗ МАГНИЙ БОЙ

И.Р. Исмоилов, Ш.А. Ахмедов, Х.А. Зоиров, А.Б. Бадалов

Дар мақолаи зерин ҳисоби таҳлили маълумоти мавҷудбудаи ҳарорати гудозиши пайвастагиҳои интерметаллии системаи магний – лантаноидҳо оварда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: магний, лантаноидҳо, ҳарорати гудозиш, усули полуэмперикӣ, коррелатсия, сохти электронӣ, қонуният, табиат, таркиб.

MODELING THE PATTERNS OF CHANGE THE MELTING TEMPERATURE OF THE INTERMETALLIC SYSTEMS MAGNESIUM – LANTHANIDE RICH IN MAGNESIUM

I.R. Ismoilov, Sh.A. Akhmedov, Kh.A. Zoirov, A.B. Badalov

Systematic analysis of the available information about the melting temperature of the intermetallic (IM) compounds of the system magnesium – lanthanide. Semi-empirical method that takes into account the electronic structure of lanthanides, refined and/or determined unknown values and dependences of change of the melting temperature of all systems, depending on their nature and composition. Mathematical modeling and structured equations of these laws.

Keywords: magnesium, lanthanides, melting point, paluani-historical method, correlation, electronic structure, pattern, nature, composition.

Сведения об авторах

Исмоилов Исмоил Ризоевич – аспирант кафедры «Металлургия» ТТУ имени академика М.С. Осими, автор 35 научных статей.

Бадалов Абдулхайр Бадалович – член-корр. АН РТ, д.х.н., профессор кафедры «ОиНХ» ТТУ имени академика М.С. Осими, автор более 500 научных работ, область научных интересов – химическая термодинамика.

Ахмедов Шарафджон Абдухалилович – ассистент кафедры «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства» ТАУ, автор 6 научных статей.

Зоиров Хусейн Абдурахмонович – к.х.н., доцент кафедры «ОиНХ» ТТУ имени академика М.С. Осими, автор 48 научных работ.

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЕ ОКИСЛЕНИЕ СПЛАВА Zn+0.5% Al, ЛЕГИРОВАННОГО ТАЛЛИЕМ, В ТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ

Н.Б. Одинаева, И.Н. Ганиев, З.Р. Обидов, Ф.Р. Сафарова

(Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими)

Термогравиметрическим методом исследовано взаимодействие сплава Zn+0.5%Al, легированного таллием, с кислородом воздуха в интервале температур 473-623 К в твердом состоянии. Показано, что добавки легирующего компонента незначительно увеличивают окисляемость сплава Zn+0.5% Al.

Ключевые слова: *сплав Zn+0.5% Al, легирование, таллий, термогравиметрический метод, высокотемпературное окисление, скорость окисления, энергия активации.*

Сплавы цинка с алюминием используются как анодные материалы для защиты от коррозии стальных изделий, конструкций и сооружений. Известно, что для защиты стали от коррозии разработано несколько типов Zn-Al покрытий [1-6]. В связи с этим, актуальность исследования определяется необходимостью изучению процессов взаимодействия металлических сплавов с различными газообразными и агрессивными средами при высоких температурах [7-11]. Для повышения коэффициента полезного действия

протекторов из указанных сплавов при защите от коррозии часто используются металлы подгруппы таллия [12-14].

Цель работы заключается в изучении влияния температуры и химического состава на окисляемость сплавов системы Zn-Al-Tl, в твердом состоянии. Для решения поставленной задачи применяли метод термогравиметрии с непрерывным взвешиванием образцов [15-17].

На рис. 1 и 2 приведены кинетические кривые изменения удельной массы образца (g/s) в зависимости от времени взаимодействия (t) с кислородом газовой фазы и от температуры.

Сформировавшаяся оксидная плёнка в начальных стадиях процесса, по-видимому, не обладает достаточными защитными свойствами, о чём свидетельствует рост скорости окисления (рис. 1а). Взаимодействие легированного сплава таллием различной концентрации с кислородом газовой фазой при исследованных температурах значительно отличается от окисления базового сплава Zn+0.5% Al.

Линейная зависимость сохраняется в течение 12-15 мин., далее по мере образования оксидной плёнки характер окислительного процесса переходит в гиперболический и формирование защитной оксидной поверхности заканчивается к 30 мин (рис. 1, 2).

Эффективная энергия активации процесса высокотемпературного окисления исследованных сплавов изменяется от 168.4 до 116.5 кДж/моль (табл. 1).

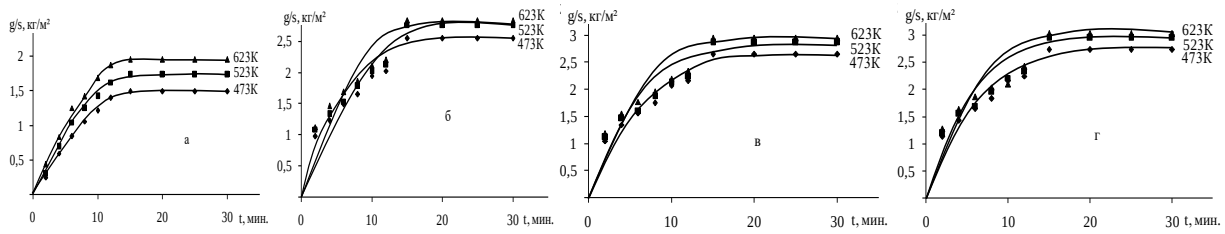


Рис. 1. Кинетические кривые процесса окисления сплава Zn+0.5% Al(а), легированного таллием, мас.%: 0.01(б); 0.05(в); 0.1(г).

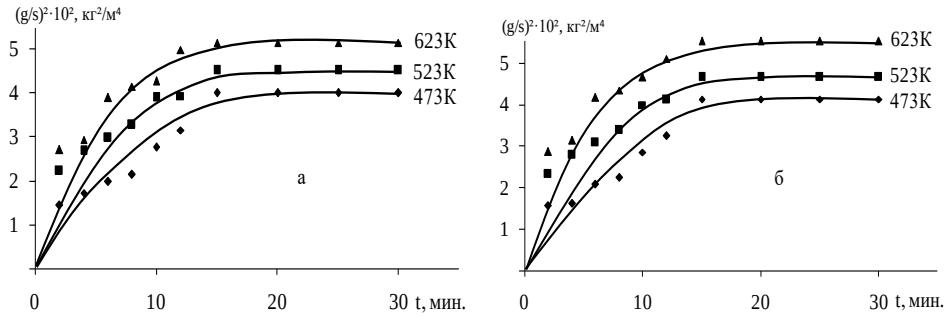


Рис. 2. Квадратичные кривые процесса высокотемпературного окисления сплава Zn+0.5% Al, легированного таллием, мас.%: 0.5(а); 1.0(б).

Таблица 1.

Кинетические и энергетические параметры процесса высокотемпературного окисления сплава Zn+0.5% Al, легированного таллием, в твердом состоянии

Содержание таллия в сплаве, мас.%	Температура окисления, К	Истинная скорость окисления $K \cdot 10^{-4}$, кг·м$^{-2}$·с$^{-1}$	Эффективная энергия активации окисления, кДж/моль
-	473	3.30	168.4
	523	3.68	
	623	4.11	
0.01	473	3.49	137.7
	523	3.95	
	623	4.37	
0.05	473	3.51	134.8
	523	3.97	
	623	4.38	
0.1	473	3.54	130.4
	523	4.00	
	623	4.40	
0.5	473	3.63	122.0
	523	4.11	
	623	4.52	
1.0	473	3.72	116.5
	523	4.22	
	623	4.64	

Высокотемпературное окисление сплавов кислородом газовой фазы подчиняется гиперболическому закону, что видно из кривых зависимостей $(g/s)^2$-t (рис. 2), которые не укладываются на прямые линии, а также из аналитических зависимостей $y = Kt^n$, где $n = 2 \div 5$ (табл. 2).

Таблица 2

Результаты обработки кривых процесса высокотемпературного окисления сплава Zn+0.5% Al, легированного таллием, в твердом состоянии

Содержание таллия в сплаве, мас.%	Температура окисления, К	Уравнения	Коэффициенты регрессии, R^2
-	623	$y = -1E - 06x^4 + 0{,}000x^3 - 0{,}009x^2 + 0{,}224x - 0164$	0,996
	523	$y = -2E - 06x^4 + 0{,}000x^3 - 0{,}011x^2 + 0{,}266x - 0{,}185$	0,998
	473	$y = -3E - 06x^4 + 0{,}000x^3 - 0{,}013x^2 + 0{,}294x - 0{,}108$	0,997
0.5	623	$y = -1E - 07x^5 + 0{,}001x^4 - 0{,}004x^3 + 0{,}041x^2 - 0{,}078x + 2{,}367$	0,975
	523	$y = -2E - 07x^5 + 0{,}002x^4 - 0{,}022x^3 + 0{,}078x^2 - 0{,}156x + 2{,}017$	0,988
	473	$y = -3E - 07x^5 + 0{,}001x^4 - 0{,}035x^3 + 0{,}121x^2 - 0{,}134x + 1{,}614$	0,986
1.0	623	$y = -1E - 07x^5 + 0{,}002x^4 - 0{,}022x^3 + 0{,}185x^2 - 0{,}288x + 2{,}375$	0,983
	523	$y = -2E - 07x^5 + 0{,}002x^4 - 0{,}029x^3 + 0{,}042x^2 - 0{,}092x + 2{,}173$	0,991
	473	$y = -3E - 08x^5 + 0{,}003x^4 - 0{,}065x^3 + 0{,}278x^2 - 0{,}424x + 1{,}888$	0,988

Исследуя продукты окисления сплавов, в частности оксидную плёнку, которая формируется при нагреве на поверхности образцов, можно получить важную информацию об их механизме окисления. Оксидная плёнка – продукт взаимодействия металла с кислородом воздуха образуется на поверхности металла, снижая его химическую активность.

Методом рентгенофазового анализа [18] на приборе ДРОН-1.5 исследованы продукты окисления, образующиеся при окислении легированных таллием сплавов. Видно, что продукты окисления исследованных сплавов на примере легированного сплава 1.0 мас.% таллием состоят из оксидов ZnO, Al_2O_3 и Tl_2O_3 (рис. 4).

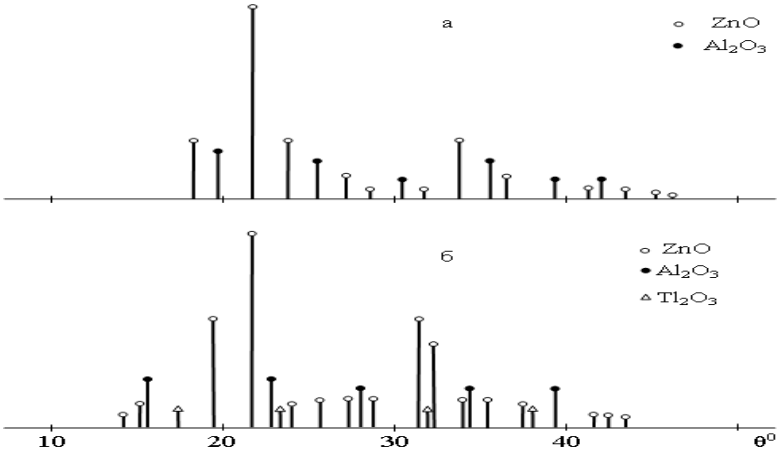


Рис. 4. Штрихдифрактограммы продуктов окисления сплава Zn+0.5% Al (а), содержащего 1.0 мас.% таллий (б).

В целом с ростом температуры и по мере увеличения содержания легирующей добавки отмечается увеличение скорости окисления сплавов, а процесс протекает с диффузионными затруднениями в оксидной плёнке.

Литература:

1. Виткин А.И., Тейндл И.И. Металлические покрытия листовой и полосовой стали. – М.: Металлургия, 1971, 493 с.

2. Алиханова С.Д., Ганиев И.Н., Обидов З.Р. – Изв. АН РТ. Отд. физ.-мат., хим., геол. и техн. наук, 2012, №3(48), с. 92-97.

3. Кечин В.А., Люблинский Е.Я. Цинковые сплавы. – М.: Металлургия, 1986, 247 с.

4. Amini R.N., Obidov Z.R., Ganiev I.N., Mohamad R.B. – Journal of Surface Engineered Materials and Advanced Technology, 2012, v. 2, № 2, p.110-114.

5. Обидов З.Р. Известия СПбГТИ (ТУ), 2015, №32(58), с. 52-55.

6. Амини Р.Н., Ганиев И.Н., Обидов З.Р., Ганиева Н.И. ДАН РТ, 2010, т. 53, № 2, с. 131-134.

7. Обидов З.Р. Журнал прикладной химии, 2015, т.88, №9, с.1306-1312.

8. Обидов З.Р. Теплофизика высоких температур, 2017, т.55,№1, с.146-149.

9. Смирягин А.П. Промышленные цветные металлы и сплавы. – М.: Металлургия, 1981, 560 с.

10. Amini R.N., Irani M.B., Ganiev I.N., Obidov Z.R. Oriental Journal of Chemistry, 2014, v. 30, № 3, pp. 969-973.

11. Амини Р.Н., Ганиев И.Н., Обидов З.Р., Ганиева Н.И. Изв. АН РТ. Отд. физ.-мат., хим., геол. и техн. наук, 2009, №4(137), с. 78-82.

12. Одинаева Н.Б., Ганиев И.Н., Обидов З.Р., Амини Р.Н. ДАН РТ, 2014, т. 57, №8, с. 686.

13. Обидов З.Р., Ганиев И.Н. Журнал прикладной химии, 2012, т. 85, №11, с. 81-1784.

14. Одинаева Н.Б., Сафарова Ф.Р., Ганиев И.Н., Обидов З.Р. Вестник Таджикского технического университета, 2014, №4(28), с. 73.

15. Обидов З.Р., Ганиев И.Н. Анодные защитные цинк-алюминиевые покрытия с элементами II группы. – Берлин: LAP LAMBERT Academic ublishing, 2012, 288 с.

16. Обидов З.Р. Известия СПбГТИ (ТУ), 2015, №31(57), с. 51-54.

17. Обидов З.Р., Ганиев И.Н. Физикохимия цинк-алюминиевых сплавов с редкоземельными металлами. – Душанбе: ООО «Андалеб-Р», 2015, 334 с.

18. Васильев Е.К., Назмансов М.С. Качественный рентгеноструктурный анализ. – Новосибирск: Наука, 1986, 200 с.

ОКСИДШАВИИ БАЛАНДҲАРОРАТИИ ХӮЛАИ Zn+0.5% Al, КИ ДАР ҲОЛАТИ САХТ БО ТАЛЛИЙ ҶАВҲАРОНИДА ШУДААСТ

Н.Б. Одинаева, И.Н. Ғаниев, З.Р. Обидов, Ф.Р. Сафарова

Бо усули термогравиметрӣ таҳқиқотӣ баҳамтаъсироти хӯлаи Zn+0.5%Al, ки бо таллий ҷавҳаронида шудааст, бо оксигени ҳаво дар ҳудуди ҳароратии 473-673К дар ҳолати сахт анҷом дода шудааст. Нишон дода шудааст, ки иловаҳои компоненти ҷавҳаронӣ оксидшавии хӯлаи Zn+0.5%Al-ро каме зиёд менамоянд.

Калимаҳои калидӣ: хӯлаи Zn+0.5%Al, ҷавҳаронӣ, таллий, усули термогравиметрӣ, оксидшавии баландҳароратӣ, суръати оксидшавӣ, энергияи фаъол.

HIGH-TEMPERATURE OXIDATION OF Zn+0.5% Al ALLOY, DOPED WITH THALLIUM, IN THE FIRM CONDITION

N.B. Odinaeva, I.N. Ganiev, Z.R. Obidov, F.R. Safarova

The thermo gravimetrical method investigates interaction of Zn+0.5%Al alloy, doped with thallium, with air oxygen in an interval to temperature 473 - 623 K in the firm condition. Showed that additives of an alloying component slightly increase oxidability of Zn+0.5% Al alloy.

Key words: Zn+0.5%Al alloy, doped, thallium, thermo gravimetrical method, high-temperature oxidation, speed of oxidation, energy of activation.

Сведения об авторах:

Одинаева Насиба Бегмуродовна – соискатель ТТУ имени академика М.С. Осими, автор 1 патента Республики Таджикистан и 15 научных статей.

Ганиев Изатулло Наврузович – академик АН РТ, д.х.н., профессор, автор свыше 800 научных работ, область научных интересов – физико-химический анализ, материаловедение алюминиевых сплавов.

Обидов Зиёдулло Рахматович – д.х.н., доцент, автор более 250 научных трудов, область научных интересов – физико-химия сплавов, технология электрохимических процессов и защита от коррозии. E-mail: z.r.obidov@rambler.ru

Сафарова Фарзона Раджабалиевна – аспирант ТТУ имени академика М.С. Осими, автор 1 патента Республики Таджикистан и 10 научных статей.

УДК 669.017.11

ПРОГНОЗ ОБРАЗОВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ФАЗ В СИСТЕМАХ СВИНЦА С ДРУГИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ТАБЛИЦЫ (ПТ)

Ф.К. Ходжаев, Т.Д. Джураев, Э.Р. Газизова, И.Ш. Муслимов

Для подтверждения ранее проведённых в работе статистических прогнозов взаимодействия в неизученных системах использовался термодинамический метод расчёта параметров взаимодействия свинца с элементами периодической таблицы с целью построения их диаграмм состояния. В связи с этим был применён расчёт, основанный на использовании электроотрицательностей (Е), мольных объёмов (V) и параметров растворимости (δ) в приближении Гильдебранда-Мотта.

Ключевые слова: *свинец, диаграмма состояния, электрохимический фактор, электроотрицательность, твердый раствор, объемный фактор, температурный фактор, несмешиваемость, интерметаллид, элемент, металл, оценка, ион.*

На образование промежуточных фаз и строение их кристаллической решетки влияют те же факторы, которые определяют образование твёрдых растворов. А именно: отношение атомных диаметров элементов (размерный фактор), разность электроотрицательностей компонентов (электрохимический фактор) и соотношения между их степенями окисления или номерами подгрупп (ряд аналогов) в ПТ. Эти металлохимические факторы влияют на количество образующихся интерметаллидов в определенной системе [1, 2].

Обусловленные размерным фактором эффекты, в случае образования некоторых фаз, очень велики, например, условия образования структурных типов фаз Лавеса. К числу фаз Лавеса принадлежат тесно связанные между собой структуры, однотипные с интерметаллидами $MgCu_2$, $MgZn_2$, $MgNi_2$ и похожий с ними $CaCu_5$ [3]. Отношения атомных радиусов элементов, образующих фазы Лавеса, могут изменяться в пределах от 1.50 до 1.68. Причём, интерметаллиды типа $MgCu_5$ могут образовываться в пределах от 1.05 до 1.68, тогда как интерметаллид типа $MgZn_2$ существует только в интервале 1.05-1.40.

Для расчёта теплоты образования ожидаемых интерметаллидов и промежуточнх фаз Кубашевским [4] была предложена формула:

$$\Delta H_{обр} = \frac{x_A H_S^A \left[C(A)_{спп} - C(A)_{ме}\right]}{C(A)_{ме}} + \frac{x_B H_S^B \left[C(B)_{спп} - C(B)_{ме}\right]}{C(B)_{ме}}, \quad (1)$$

где

x_i *– мольная доля элементов;*

H_s *– теплоты сублимации;*

C *– среднее координационное число.*

На основании предложенного уравнения, им был рассчитан $\Delta H_{обр}$ для ряда интерметаллидов и построены кривые в графике зависимости отношения атомных диаметров (d_i) от отношения теплот сублимации (ΔH_i) элементов для определения вероятности образования фаз Лавеса. По этим кривым, при которых $\Delta H_{обр} = 0$, зная атомные диаметры и теплоты сублимации взаимодействующих элементов, можно определить вероятность образования

соединений типа фаз Лавеса. По значениям атомных диаметров и теплот сублимации элементов с учетом кривых, для которых $\Delta H_{обр} = 0$, мною построен график (см. рис. 1), показывающий на образование и устойчивость фаз Лавеса в системах свинца с другими элементами ПТ.

Для систем свинца (см. рис. 1), позволяет прогнозировать, что фазы Лавеса образуются: с металлами IA – K, Rb, Cs, Fr; IIA – Sr, Ba, Ra; IVA – Ti; VA – V, Nb, Ta; VIA – Cr, Mo, W; VIIA – Mn, Re; VIIIA – Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Pt; IB – Cu, Ag, Au; IIB – Zn, Cd, Hg; IIIB – Al, Ga; IVB – Si, Ge; VB – As, Sb; VIB – Te групп ПТ.

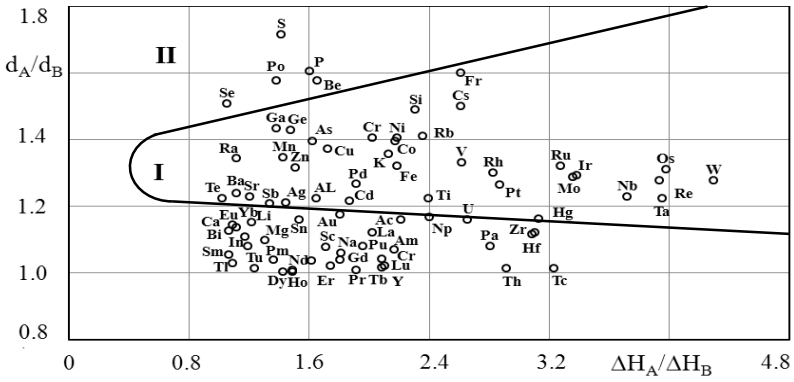


Рисунок 1. График Кубашевского для определения вероятности образования фаз Лавеса со структурой $MgZn_2$, $MgCu_2$, $MgNi_2$ и $CaCu_5$, а также типа $BaAl_4$ (I) в системах свинца.

Как известно [5], образование промежуточных фаз типа AB_n дополнительно определяется влиянием температурного фактора ($n_т$) и относительного ионизационного потенциала ($\Delta U_{отн}$). Роль этих факторов учитывалась нами в образовании промежуточных фаз с различными типами структур в системах свинца, результатом чего стали графики, представленные на рисунке 2.

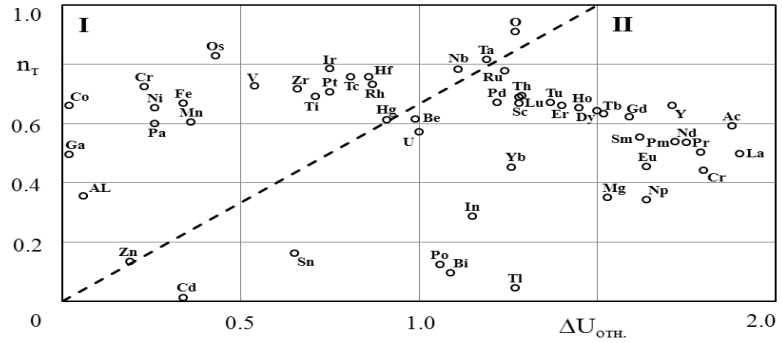


Рисунок 2. График зависимости температурного фактора (n_m) от $\Delta U_{отн}$ для систем свинца с элементами ПТ.

Область существования систем с интерметаллидами выведена с помощью статистического анализа [5]. Увеличение температурного фактора приводит к образованию систем без интерметаллидов, а повышение $\Delta U_{отн}$ элементов должно приводить к образованию интерметаллидов, что хорошо согласуется с результатами опыта для изученных бинарных сплавов свинца [5]. Можно видеть (см. рис. 2), что граница, разделяющая области существования систем с и без интерметаллидов, близка к прямолинейной.

Результаты анализа по влиянию температурного фактора и относительного ионизационного потенциала на возможность образования интерметаллидов в изучаемых системах показали, что таковыми могут быть системы свинца с элементами IIA – Be, Mg; IIIA – Sc, Y, La, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Ac, Th, U, Np; VIA – Cr; VIIIA – Ru, Pd; IIB – Cd; IIIB – In, Tl; IVB – Sn; VB – Bi; VIB – Po групп ПТ.

Существование фаз Лавеса установлено опытом [5] для сплавов свинца с калием и золотом. Для остальных систем свинца с металлами ПТ подобные интерметаллиды не обнаружены.

Таким образом, использовние критериев и факторов $n_т$, $\Delta U_{отн}$, d_i и ΔH_i дало возможность спрогнозировать вероятность образования интерметаллидов на основе свинца с некоторыми элементами ПТ. Образование нонвариантных превращений в сплавах свинца с другими элементами ПТ. Нонвариантные превращения в системах свинца можно прогнозировать по величинам температурного и объемного факторов взаимодействующих элементов [6]. Мною был построен такой график по изучаемым системам, для которых величина $n_т$ рассчитывалась из выражения (1), а n_v – из следующей формулы:

$$n_v = (d_1 : d_2)^3 + (V_1 : V_2) - 2, \text{ при } d_1 > d_2 \text{ и } V_1 > V_2, \qquad (2)$$

где

d_i и V_i – атомные диаметры и объёмы взаимодействующих элементов, соответственно.

Результаты расчётов по формуле (2) приведены на рисунке 3, где показаны области появления разных типов нонвариантного превращения.

Кривая I строится выражением $n_т = 0.55\ n_v^2$ и разделяет границу области, соответствующей нонвариантному перитектическому превращению в простых системах. Кривая II строится выражением $n_т = 0.20\ n_v^2$ и ограничивает области, соответствующие системам с элементами, имеющими высокие температуры плавления, левее находятся системы с плавящимися с разложением соединениями и перитектическими равновесиями. Правее от кривой II располагаются элементы, образующие системы с конгруэнтно плавящимися и эвтектическими превращениями.

В ходе проведения данного анализа для систем свинца с другими элементами ПТ, нами было установлено, что свинец при взаимодействии с IA – Na; IIA – Mg, Ca; IIIA – Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am; IVA – Zr, Hf; VA – Nb, Ta; VIIA – Tc; IIB – Hg; IIIB – In, Tl; IVB – Sn; VB – Sb, Bi предположительно может образовать диаграммы состояния с перитектическими реакциями с химическими соединениями.

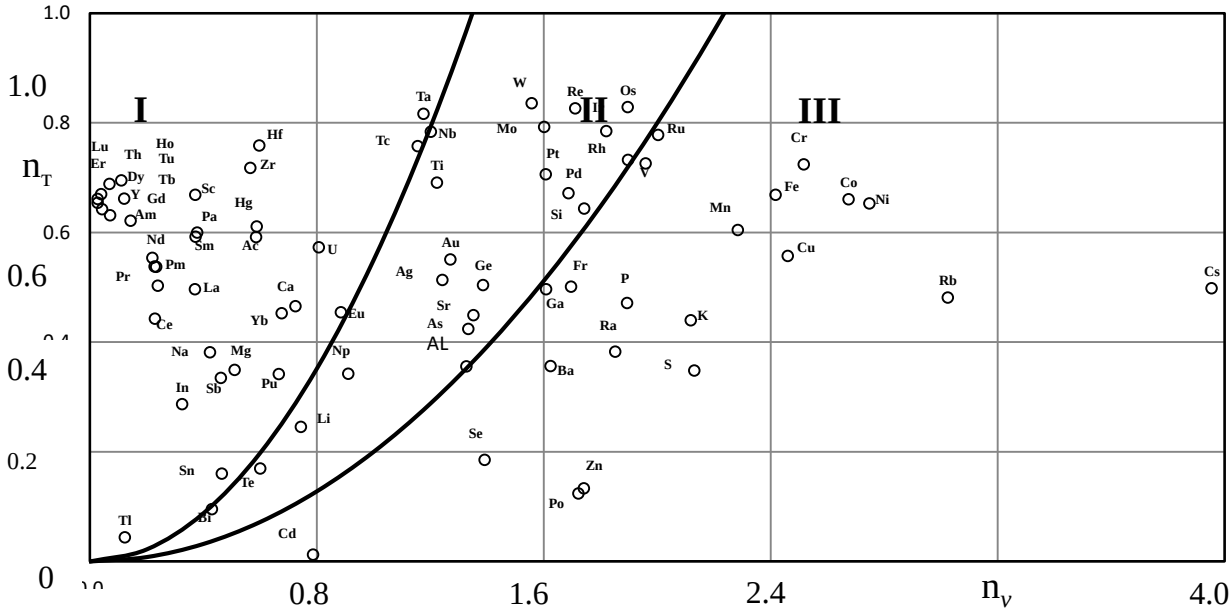


Рисунок 3. Зависимость температурного фактора (n_m) от объёмного (n_v) для систем свинца с элементами ПТ.

Системы с инконгруэнтно плавящимися интерметаллидами и перитектическими превращениями образуют элементы: IA – Li; IIA – Sr; IVA – Ti; VIA – Mo, W; VIIA – Re; VIIIA – Ru, Os, Rh, Ir, Pd, Pt; IB – Ag, Au; IIIB –

Al, Ga; IVB – Si, Ge; VB – As; VIB – Te. Конгруэнтно плавящиеся соединения и эвтектические смеси свинец образует с элементами: IA – K, Rb, Cs, Fr; IIA – Ba, Ra; VA – V; VIA – Cr; VIIA – Mn; VIIIA – Fe, Co, Ni; IB – Cu; IIB – Zn, Cd; VB – P; VIB – S, Se, Po.

Таким образом, взаимодействие свинца с элементами ПТ прогнозируется и описывается достаточно хорошо с помощью существующих металлохимических факторов и критериев.

На рисунке 4 приведены типовые диаграммы фазовых равновесий в сплавах систем свинца с элементами ПТ.

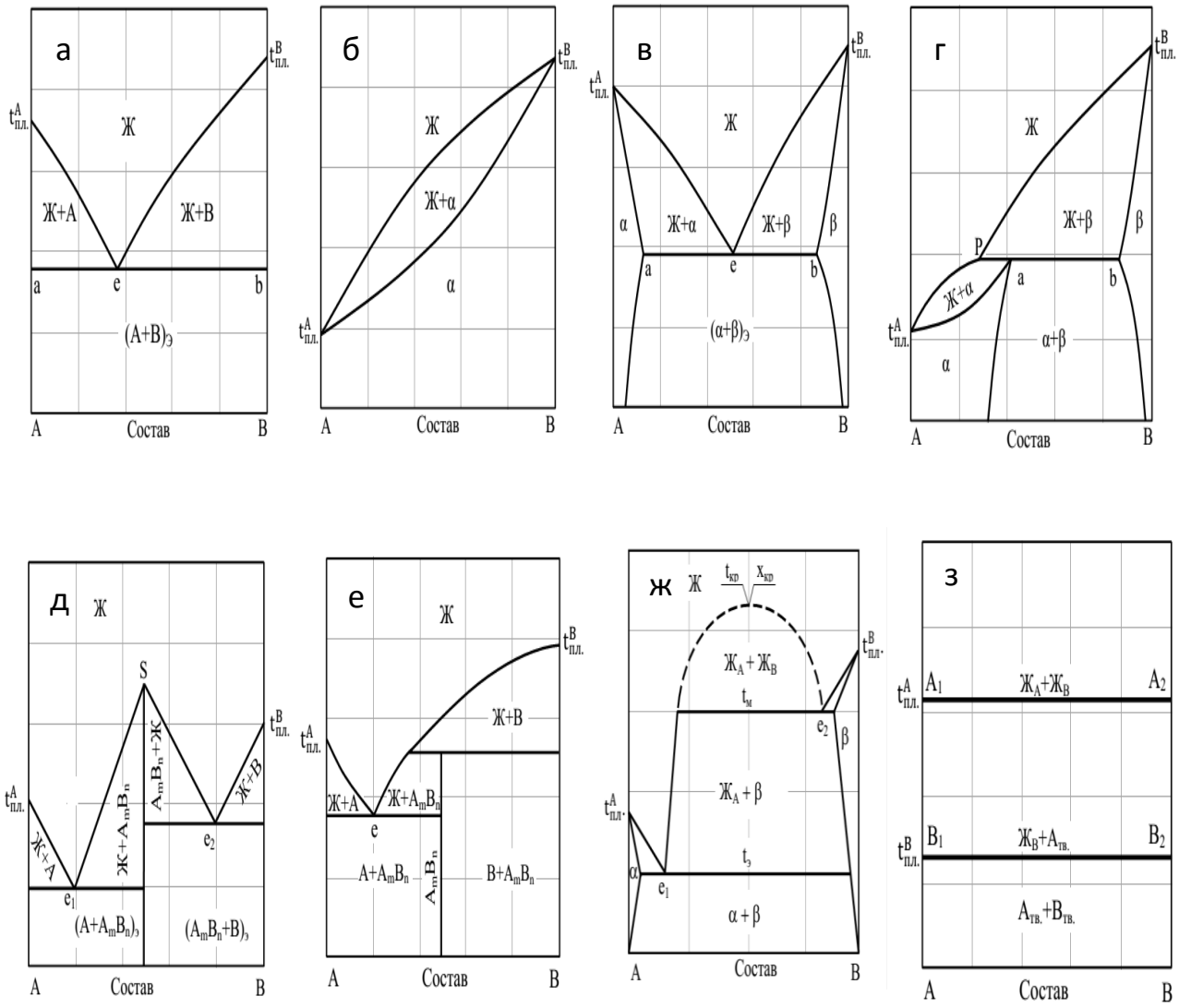


Рисунок 4. Основные типы диаграммы состояния двухкомпонентных металлических систем: а – первого типа; б – второго типа; в, г – третьего типа с эвтектикой и перитектикой; д, е – четвёртого типа с образованием устойчивого и неустойчивого соединения; ж, з – пятого типа с монотектикой и отсутствием сплавообразования соответственно

Учитывая, что статистические прогнозы не дают представления о полной картине взаимодействия в неизученных системах, мною был применён термодинамический метод расчёта параметров взаимодействия свинца с элементами периодической таблицы с целью построения их диаграмм фазового равновесия. Для расчёта энергии взаимообмена (Q_{12}) свинца с элементами ПТ используем следующее выражение:

$$Q_{12} = ZN_0[H_{12} - 0.5(H_{11} + H_{22})], \quad (3)$$

где

H_{12}, H_{11} и H_{22} - энтальпии связи разноимённых и одноимённых частиц;

Z – координационное число (кч) системы;

N_0 – число Авогадро.

Соотношение (3) показывает, что при известных значениях Q_{12}, H_{11} и H_{22} можно вычислить величину H_{12}, которая указывает на возможность появления растворов. Если Q_{12} отрицательно, то $H_{12} < 0.5\ (H_{11} + H_{22})$, и, следовательно, взаимодействие разноимённых атомов 1-2 сильнее, чем одноимённых 1-1, 2-2, и атомы 1-2 проявляют тенденцию к образованию раствора. Когда Q_{12} положительно, то при определенной температуре наблюдается критический распад гомогенного раствора.

Для оценки Q_{12} был использован способ [7, 8] в приближении Гильдебранда-Мотта:

$$Q_{12} = V(\delta_1 - \delta_2)^2 - 23.06 \cdot z / 2(E_1 - E_2)^2, \text{ кДж/г-атом.} \quad (4)$$

где

E – электроотрицательность;

V – мольный объём;

δ – параметр растворимости.

Значения энтальпии атомизации ($\Delta H^{ат}$) и мольного объема (V) дают возможность вычислить параметр (δ) уравнения (4):

$$\delta = [(\Delta H^{ат} - RT / V)]^{1/2}, \quad (5)$$

где

R – газовая постоянная;

T – абсолютная температура.

Для расчётов использовались справочные данные по [1-9].

Результаты расчётов параметров взаимодействия свинца с компонентами различных подгрупп ПТ приведены на рисунке 5 и представлены в виде зависимости Q_{12} свинца с элементами ПТ от их порядкого номера (N). Анализ зависимости Q_{12} от N показал, что все системы свинца с другими компонентами делятся на два вида:

1) с энергией взаимообмена $Q_{12} < 0$ и $[H_{12}<0.5\ (H_{11}+H_{22})]$;

2) с энергией взаимообмена $Q_{12} > 0$ $[H_{12}>0.5\ (H_{11}+H_{22})]$.

Согласно теории, при $Q_{12} < 0$ сплав между элементами 1-2 (свинец-компонент) может образовываться. Тип диаграммы плавкости в этом случае характеризуется существованием жидких, твёрдых растворов и интерметаллидов.

В случае $Q_{12} > 0$ при взаимодействии в системе из компонентов 1-2 (свинец-компонент) наблюдается несмешиваемость в жидком состоянии и образование незначительных участков твёрдых растворов. Результаты прогноза согласуются с имеющимися расчётными и опытными значениями [5].

Оценка взаимодействия свинца с другими компонентами по применяемым факторам и параметрам взаимодействия Q_{12}, H_{12}, H_{11} и H_{22} (см. табл. 1-4 и рис. 4) показала, что они не достаточны для четкого разделения диаграмм состояния с несмешиваемостью, монотектикой и на системы, где элементы практически не растворяются друг в друге в твёрдом состоянии. Для этого в работе [9] автором было показано, что вышеуказанные параметры являются недостаточными и носят качественный характер. Им был предложен новый критерий – степень ближнего порядка для определения систем с элементами, кристаллизующимися согласно их температурам плавления, совпадающим с ликвидусом и солидусом, соответственно, на данных диаграммах состояния. Этот критерий был применен для анализа систем алюминия и щелочноземельных металлов с другими компонентами [4-9], который удовлетворительно согласуется с опытными данными.

Таблица 1.

Значения параметров взаимодействия свинца с s- и p- элементами периодической системы

Порядковый номер элемента	Система	Q_{12}	H_{22}	H_{12}	σ_{12}
		Кдж/г-ат			
3	Pb – Li	-308.36	-132.88	96.57	0.99978
4	Pb – Be	252.03	-53.42	10.16	0.44631
5	Pb – B	398.72	29.54	-52.79	-0.93634
6	Pb – C	553.11	-52.37	-121.09	-0.99998
11	Pb – Na	-362.52	-133.60	103.61	0.99989
12	Pb – Mg	-173.71	-103.40	74.79	0.99830
13	Pb – Al	29.12	-96.75	54.01	0.98792
14	Pb – Si	85.97	-115.10	40.61	0.95782
15	Pb – P	-5.10	-103.48	-18.09	-0.69363
16	Pb – S	-228.23	-139.17	32.49	0.91128
19	Pb – K	-362.72	-129.97	102.28	0.99987
20	Pb – Ca	-297.73	-134.15	103.06	0.99988
31	Pb – Ga	14.02	-85.62	38.55	0.94898
32	Pb – Ge	41.86	-107.01	-4.42	-0.20601
33	Pb – As	-4.51	-98.16	33.51	0.91910
34	Pb – Se	-172.62	-115.07	47.18	0.97710
37	Pb – Rb	-323.46	-120.72	93.90	0.99972
38	Pb – Sr	-277.97	-127.77	97.70	0.99980
49	Pb – In	0.93	-87.48	50.95	0.98391
50	Pb – Sn	14.19	-96.80	30.16	0.89067
51	Pb – Sb	0.06	-91.84	31.69	0.90467
52	Pb – Te	-42.72	-86.83	37.99	0.94827
53	Pb – I	-110.44	-82.87	48.61	0.97997
55	Pb – Cs	-357.67	-126.84	100.47	0.99985
56	Pb – Ba	-353.58	-149.24	108.35	0.99993
81	Pb – Tl	0.29	-75.42	43.97	0.96911
82	Pb – Pb	0.0	-78.71	45.91	0.97422
83	Pb – Bi	-4.08	-81.62	30.68	0.89559
88	Pb – Ra	-541.79	-175.09	141.58	1.00000

Таблица 2.

Значения параметров взаимодействия свинца с d- и f- элементами периодической системы

Порядковый номер элемента	Система	Q_{12}	H_{22}	H_{12}	σ_{12}
		Кдж/г-ат			
22	Pb – Ti	68.80	-119.96	64.24	0.99539
23	Pb – V	240.11	-93.49	13.24	0.55509
24	Pb – Cr	154.80	-87.52	21.67	0.77139
25	Pb – Mn	61.52	-82.65	43.08	0.96645

26	Pb – Fe	231.61	-73.75	6.90	0.31509
27	Pb – Co	293.20	-65.45	13.74	0.57134
28	Pb – Ni	277.77	-68.29	16.68	0.65749
29	Pb – Cu	162.57	-74.49	29.90	0.88813
30	Pb – Zn	-16.48	-68.63	41.41	0.96082
40	Pb – Zr	47.78	-41.94	20.48	0.74768
41	Pb – Nb	332.55	12.66	-38.12	-0.94690
42	Pb – Mo	343.80	-97.45	1.76	0.08338
43	Pb – Tc	71.69	-154.80	84.33	0.99931
44	Pb – Ru	353.98	-98.26	27.82	0.86540
45	Pb – Rh	261.54	-97.57	35.12	0.93014
46	Pb – Pd	148.10	-85.93	37.78	0.94525
47	Pb – Ag	52.70	-85.44	45.45	0.97308
48	Pb – Cd	-2.46	-62.24	36.51	0.93846
72	Pb – Hf	127.02	135.36	68.37	0.99688
73	Pb – Ta	396.68	116.43	2.27	0.10719
74	Pb – W	511.24	-194.57	-16.48	-0.65214
75	Pb – Re	509.05	-92.87	11.75	0.50451
76	Pb – Os	406.18	-114.70	33.06	0.91574
77	Pb – Ir	358.84	-101.39	29.24	0.88131
78	Pb – Pt	203.82	-111.63	48.13	0.97905
79	Pb – Au	-68.17	-126.27	79.34	0.99889
80	Pb – Hg	22.88	-47.67	20.52	0.74863
91	Pb – Pa	-228.36	-193.88	132.13	0.99999
94	Pb – Pu	-1.85	-116.76	68.26	0.99684
95	Pb – Am	-84.58	-111.53	72.11	0.99781

Таблица 3.

Значения параметров взаимодействия свинца с редкоземельными металлами периодической системы

Порядковый номер элемента	Система	Q_{12}	H_{22}	H_{12}	σ_{12}
		Кдж/г-ат			
21	Pb – Sc	-62.93	-119.60	75.01	0.99833
39	Pb – Y	-139.35	-152.46	100.55	0.99985
57	Pb – La	-216.28	-164.08	113.74	0.99996
58	Pb – Ce	-219.91	-164.06	114.02	0.99996
59	Pb – Pr	-223.13	-150.97	106.66	0.99992
60	Pb – Nd	-165.96	-136.43	93.41	0.99971
62	Pb – Sm	-173.62	-109.83	78.54	0.99880
63	Pb – Eu	-221.06	-118.82	80.39	0.99900
64	Pb – Gd	-173.77	-144.44	98.74	0.99982
65	Pb – Tb	-166.09	-145.42	98.67	0.99982
66	Pb – Dy	-166.13	-132.20	90.96	0.99963

67	Pb – Ho	-162.63	-130.24	89.52	0.99958
68	Pb – Er	-165.61	-128.07	88.51	0.99953
69	Pb – Tm	-171.72	-121.93	85.43	0.99938
70	Pb – Yb	-224.99	-117.59	87.34	0.99948
71	Pb – Lu	-158.33	-150.32	100.88	0.99986
90	Pb – Th	-127.84	-179.30	115.25	0.99996
92	Pb – U	-352.17	-215.29	154.93	1.00000
93	Pb – Np	-50.17	-141.50	86.72	0.99945

Таблица 4.

Значение параметров взаимодействия свинца, с элементами периодической таблицы, имеющие $Q_{12} > 0$

Порядковый номер элемента	Система	Q_{12}	H_{22}	H_{12}	σ_{12}
		Кдж/г-ат			
4	Pb – Be	252.03	-53.42	10.16	0.44631
5	Pb – B	398.72	29.54	-52.79	-0.93634
6	Pb – C	553.11	-52.37	-121.09	-0.99998
13	Pb – Al	29.12	-96.75	54.01	0.98792
14	Pb – Si	85.97	-115.10	40.61	0.95782
31	Pb – Ga	14.02	-85.62	38.55	0.94898
32	Pb – Ge	41.86	-107.01	-4.42	-0.20601
49	Pb – In	0.93	-87.48	50.95	0.98391
50	Pb – Sn	14.19	-96.80	30.16	0.89067
51	Pb – Sb	0.06	-91.84	31.69	0.90467
81	Pb – Tl	0.29	-75.42	43.97	0.96911
22	Pb – Ti	68.80	-119.96	64.24	0.99539
23	Pb – V	240.11	-93.49	13.24	0.55509
24	Pb – Cr	154.80	-87.52	21.67	0.77139
25	Pb – Mn	61.52	-82.65	43.08	0.96645
26	Pb – Fe	231.61	-73.75	6.90	0.31509
27	Pb – Co	293.20	-65.45	13.74	0.57134
28	Pb – Ni	277.77	-68.29	16.68	0.65749
29	Pb – Cu	162.57	-74.49	29.90	0.88813
40	Pb – Zr	47.78	-41.94	20.48	0.74768
41	Pb – Nb	332.55	12.66	-38.12	-0.94690
42	Pb – Mo	343.80	-97.45	1.76	0.08338
43	Pb – Tc	71.69	-154.80	84.33	0.99931
44	Pb – Ru	353.98	-98.26	27.82	0.86540
45	Pb – Rh	261.54	-97.57	35.12	0.93014
46	Pb – Pd	148.10	-85.93	37.78	0.94525
47	Pb – Ag	52.70	-85.44	45.45	0.97308
72	Pb – Hf	127.02	135.36	68.37	0.99688
73	Pb – Ta	396.68	116.43	2.27	0.10719

74	Pb – W	511.24	-194.57	-16.48	-0.65214
75	Pb – Re	509.05	-92.87	11.75	0.50451
76	Pb – Os	406.18	-114.70	33.06	0.91574
77	Pb – Ir	358.84	-101.39	29.24	0.88131
78	Pb – Pt	203.82	-111.63	48.13	0.97905
80	Pb – Hg	22.88	-47.67	20.52	0.74863

В расчётах мною также применён критерий – степень ближнего порядка – для разграничения несмешивающихся систем свинца с другими элементами ПТ. Степень ближнего порядка определили из выражения [8]:

$$(1 - \sigma) / (1 + \sigma) = \exp(-\Delta H / kT), \quad (6)$$

где

k – постояная Больцмана;

$\Delta H = [0.5(H_{11} + H_{22})]$.

Как говорилось выше, в случае, если ΔH положительно, то σ_{12} аналогично примет положительные значения, что указывает на ближный порядок. Если ΔH отрицательна, σ_{12} также будет отрицательной, то есть происходит взаимодействие одноименных частиц 1-1 (свинец-свинец) и 2-2 (элемент-элемент), и взаимодействие пар 1-2 (свинец-элемент) невозможно.

Энтальпию образования связей можно рассчитать для компонентов, принимая в расчет теплоты испарения [8]. Если представить, что имеется 1грамм-моль атомов 1-1 и 2-2, то

$$-\Delta H_1^{ат.} = 0.5zN_0H_{11} \quad \text{и} \quad -\Delta H_2^{ат.} = 0.5zN_0H_{22} \qquad (7)$$

Отсюда, с учетом уравнения (11), получим:

$$H_{12}zN_0 = Q_{12} - \Delta H_1^{ат.} - \Delta H_2^{ат.} \qquad (8)$$

Полученные расчетом значения Q_{12} и σ_{12} (табл. 1-4 и рис. 5) по уравнениям (3-8) анализируются для систем свинца с другими элементами, имеющими $Q_{12} > 0$.

Можно видеть (рис. 5 и табл. 1-4), что к системам свинца, имеющим $Q_{12} > 0$ и $\sigma_{12} \approx 1$, относятся системы с элементами: Be, Al, Si, Ga, In, Sn, Sb, Tl, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zr, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Hf, Ta, Re, Os, Ir, Pt, Hg.

Они характеризуются несмешиваемостью элементов в жидком и образованием ограниченных растворов в твёрдом состоянии, то есть в них наблюдается монотектическое превращение (см. рис. 6 (а)).

К системам свинца с другими элементами, имеющим $Q_{12} > 0$ и $\sigma_{12} \approx -1$, относятся системы свинца с B, C, Ge, Nb, W.

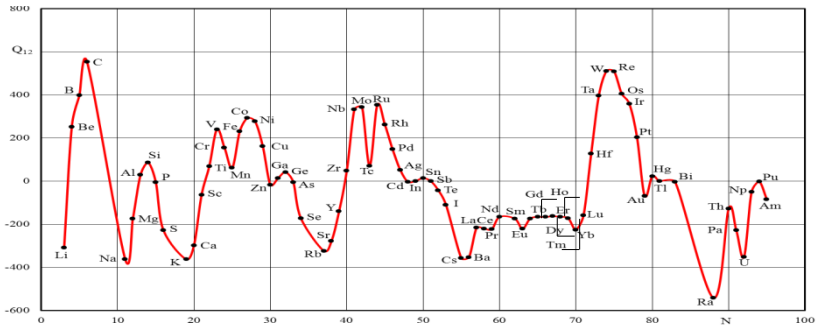


Рисунок 5. Зависимость энергии взаимообмена (Q, кДж/г-ат.) свинца с элементами ПТ от их порядкового номера.

Как было указано выше, согласно работе [8], в перечисленных расплавах систем наблюдается в начале кристаллизация легкоплавкого, затем тугоплавкого элементов (см. рис. 6 (г)), представляющие собой ликвидус и солидус, соответственно, на этих диаграммах.

На основании сделанных выводов на рисунке 6 предлагаются предельные и промежуточные виды диаграмм фазового равновесия свинца с вышеуказанными элементами.

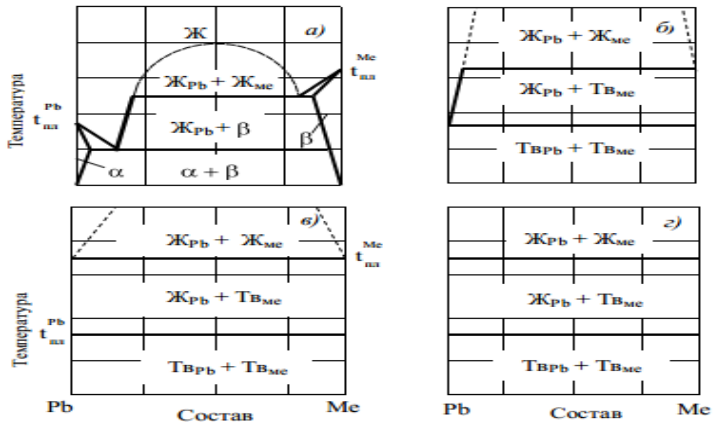


Рисунок 6. Типовые диаграммы фазовых равновесий с расслаиванием с участием свинца: а,г – предельные и б,в - промежуточные виды расслаивания.

Можно подчеркнуть, что когда величина σ_{12} близка к нулю, то наблюдается проявление промежуточных типов несмешиваемости (см. рис. 6 (б) и (в)). Многие из них подтверждены экспериментально [4-9].

Литература:

1. Диаграммы состояния двойных металлических систем / под ред. акад. РАН Н.П. Лякишева. – М.: Машиностроение, 2001. – т.1 – 3. – 2986 с.

2. Шанк Ф.А. Структура двойных сплавов/Ф.А. Шанк. – М.: Металлургия, 1979. – 639 с.

3. Воздвиженский, В.М. Прогноз двойных диаграмм состояния / В.М. Воздвиженский. – М.: Металлургия, 1975. – 224 с.

4. Вол, А.Е. Строение и свойства двойных металлических систем / А.Е. Вол, И.К. Каган. – М.: Наука, 1979. – т.1 – 9.

5. Watson R.E. Volum effect in transition-metal alloying / R.E. Watson, L.H. Bennett. Acta Metall., 1982. – v.30. – № 10.– P. 1941–1955.

6. Диаграммы фаз в сплавах / Кн. под ред. Л. Беннета, Т. Массалский и Б. Гиссена.– М.: Мир, 1986. – 273 с.

7. Hillert M. Empirical-method of predicting and representing termodinamic properties of ternary solution phases/M. Hillert CalPHad, 1980.-v.4.-№1. P.1 – 12.

8. Савицкий Е.М. Прогнозирование неорганических соединений с помощью ЭВМ / Е.М. Савийкий, В.Б. Грибуля. – М.: Наука, 1977. – 194 с.

9. Вахобов А.В. Исследование взаимодействия стронция и бария с алюминием и редкоземельными металлами. В кн: Фазовые равновесия в металлических расплавах / А.В. Вахобов, Т.Д. Джураев, Б.П. Бурылёв. и др. – М.: Наука, 1981. – С. 97 – 100.

ПЕШГӮИИ ҲОСИЛШАВИИ ФАЗАҲОИ ГУНОГУН ДАР СИСТЕМАҲОИ СУРБ БО ЭЛЕМЕНТҲОИ ДИГАРИ СИСТЕМАИ ДАВРӢ (СД)

Ф.К. Хоҷаев, Т.Ҷ. Ҷӯраев, Э.Р. Газизова, И.Ш. Муслимов

Барои тасдиқи пештар дар кори гузаронидашудаи пешгӯиҳои оморӣ дар байни системаҳои мушаххас усули термодинамикӣ барои ҳисоб кардани параметрҳои ҳамтаъсири сурб бо элементҳои системаи даврӣ бо нишонаҳо барои сохтани диаграммаҳои ҳолат истифода шудааст.

Аз ин лиҳоз ҳисоб дар асоси истифодаи электроманфӣ (E), ҳаҷми молӣ (V) ва андозаи ҳалшавӣ (δ) дар наздикии Гилдебранда-Мотта истифода шуд.

Калимаҳои калидӣ: сурб, диаграммаҳои ҳолат, омилҳои электрохимиявӣ, электроманфӣ, маҳлули сахт, омилҳои ҳаҷмӣ, омилҳои ҳароратӣ, ҳалнашавандагӣ, интерметаллид, элемент, металл, баҳодиҳӣ, ион.

FORECAST OF EDUCATION OF INTERMEDIATE PHASES IN LEAD SYSTEMS WITH OTHER ELEMENTS OF THE PERIODICAL TABLE (PT)

F.K. Khojaev, T.D. Juraev, E.R. Gazizova, I.Sh. Muslimov

To confirm previously conducted in the work of statistical predictions of interactions in unexplored systems, we used a thermodynamic method for calculating the interaction parameters of lead with elements of a periodic table with the aim of constructing their state diagrams. In this connection, a calculation based on the use of electronegativities (E), molar volumes (V) and solubility parameters (δ) in the Hildebrand-Mott approximation was applied.

Keywords: lead, state diagram, electrochemical factor, electronegativity, solid solution, volume factor, temperature factor, immiscibility, intermetallide, element, metal, estimation, ion.

Сведения об авторах:

Ходжаев Фируз Камолович – старший научный сотрудник отдела докторантуры PhD и аспирантуры, автор 35 научных статей.

Джураев Тухтасун Джураевич – д.х.н., профессор кафедры «Металлургия цветных металлов» ТТУ имени академика М.С. Осими, автор более 320 научных трудов, в том числе 25 патентов и авторских свидетельств.

Газизова Эльвира Рашитовна – к.х.н., доцент кафедры «Металлургия цветных металлов» ТТУ имени ак. М.С. Осими, автор 100 научных трудов.

Муслимов Имомали Шохимардонович – к.х.н., доцент кафедры «Металлургия цветных металлов» ТТУ имени академика М.С. Осими, автор 25 научных трудов.

ТАЪСИРИ ФИШОРИ ҲАВОИ АТМОСФЕРӢ БА ТАВОНОИИ МУҲАРРИКИ ДИЗЕЛӢ

М.А. Абдуллоев, Р.А. Давлатшоев, Д. Садуллобеков

(Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ)

Дар мақола усули муайян намудани талафоти тавоноӣ дар муҳаррикҳои дизелӣ вобаста аз фишори ҳавои атмосферӣ бо назардошти фишори парсиалии бугҳои сершудаи об ҳангоми кори автомобилҳо дар баландӣ аз сатҳи баҳр оварда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: *фишор, муҳаррик, тавоноӣ, дизел.*

Нақлиёти автомобилӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон яке аз намудҳои асосии нақлиёт ба ҳисоб меравад. Қариб 93%-и хоки ҶТ-ро кӯҳистон банд кардааст ва 1/2 ҳиссаи он дар баландии зиёда аз 3000 м аз сатҳи баҳр ҷойгир шудааст. Ҳангоми кор дар ин баландӣ тавоноии муҳаррики автомобил аз сабаби нарасидани ҳаво хело паст мешавад.

Ба омилҳои асосии иқлимӣ-табиие, ки коршоямии муҳаррикро муайян менамоянд, фишори ҳавои атмосферӣ, намнокии нисбӣ, ҳарорати ҳавои гирду атроф ва ғайра дохил мешаванд. Омили асосӣ фишори атмосферӣ мебошад ва ҳангоми баромадани автомобил ба баландии то 4000 м аз сатҳи баҳр сабабгори асосии талафоти зиёди тавоноӣ дар муҳаррики дарунсӯз мегардад.

Дар муҳаррикҳои дизелӣ таъсири ҳарорат, фишор ва намнокии нисбии ҳавои атмосферӣ ба бузургии тавоноии босамар бо ифодаи зерин муайян карда мешавад [1]:

$$N_{e_0} = K_N N_e.$$

Зариби овардани тавоноии муҳаррик аз шароитҳои реалӣ ба стандартӣ K_N ба таври зерин муайян карда мешавад:

$$K_N = 0{,}823/\left[\rho_{т25}\left(1 - k_в \Delta B_{окр}\right)\left(1 - k_{т_в} \Delta t_{окр}\right)\left(1 - k_{t_т} \Delta t_т\right)\right], \qquad (1)$$

дар ин ҷо

$\rho_{т25}$ *- зичии сӯзишворӣ дар ҳарорати 25* ^{0}*C, т/м*^{3}*;*

$\Delta B_{окр}$ *– тайғирёбии фишори атмосферӣ бо назардошти фишори парсиалии бугҳои сершудаи об (*p_s*) нисбат ба стандартӣ, кПа;*

$\Delta t_{\text{окр}}$ *ва* $\Delta t_{\text{т}}$ *– мувофиқан тайғирёбии ҳарорати ҳаво ва сӯзишворӣ нисбат ба стандартӣ,* ^0C*;*

$k_{\text{в}}$ *– ислоҳе, ки ба тайғирёбии фишори атмосферӣ ба 1 кПа мувофиқат менамояд, 1/кПа. Барои муҳаррикҳои чортактаи дарунсӯз бе шамолдиҳӣ [1]* $k_{\text{в}}$ *= 0,0045 1/кПа мебошад;*

$k_{\text{т}_{\text{в}}}$, $k_{t_{\text{т}}}$ *– мувофиқан ислоҳҳои назардошти ҳарорати ҳавои гирду атроф ва сӯзишворӣ ба* 1^0C, $1/^0C$.

Мақсади асосии кор муайян намудани талафоти тавоноии босамари муҳаррик вобаста аз фишори атмосферии ҳаво (k'_N) мебошад. Бо ҳамин хотир қабул менамоем, ки ҳарорати ҳавои гирду атроф ва сӯзишворӣ нисбат ба стандартӣ тағйир намеёбад ва $\Delta t_{\text{окр}} = \Delta t_{\text{т}} = 0$. Зичии сӯзишворӣ низ дар ҳарорати 25^0C ба 0,823 т/м^3 баробар мебошад. Пас ифодаи (1)-ро ба таври зерин навиштан мумкин аст, яъне

$$K_N = 1/\left(1 - k_{\text{в}}\Delta B_{\text{окр}}\right). \qquad (2)$$

Талафи тавоноии муҳаррик k'_N дар ифодаи (2) ба $k_{\text{в}}\Delta B_{\text{окр}}$ баробар аст, яъне

$$k'_N = k_{\text{в}}\Delta B_{\text{окр}}. \qquad (3)$$

Тағйирёбии фишори атмосфериро бо назардошти фишори парсиалии буғҳои об нисбат ба стандартӣ барои муҳаррикҳои дарунсӯзи чортакта бе шамолдиҳӣ аз вобастагии зерин муайян менамоянд:

$$\Delta B_{\text{окр}} = B_{\text{о}} - B_{\text{окр}} + 0{,}01\varphi_{\text{окр}}p_s - 1{,}6, \qquad (4)$$

дар ин ҷо

$B_{\text{о}}$ *– фишори атмосферии стандартӣ, кПа;*

p_s *– фишори парсиалии буғҳои сершудаи об дар ҳарорати додашудаи ҳавои гирду атроф, кПа (аз ҷадвалҳои махсус, вобаста аз ҳарорати ҳавои гирду атроф* $\left(t_{\text{окр}}\right)$ *муайян карда мешавад;*

$\varphi_{\text{окр}}$ *– намнокии нисбии ҳавои гирду атроф.*

Ба сифати шароитҳои атмосферии стандартӣ чунин қиматҳо қабул карда шудаанд: фишори атмосферӣ $B_{\text{окр}}$ = 103 кПа; ҳарорати муҳити гирду атроф $t_{\text{окр}}$ = 25 ^{0}C; намнокии нисбии ҳаво $\varphi_{\text{окр}}$ = 50%.

Аз сабаби мавҷудияти мушкилиҳо дар муайян намудани фишори атмосферӣ $B_{\text{окр}}$ онро бе фишори парсиалии сершудаи буғҳои об вобаста аз баландӣ аз сатҳи баҳр (h, км), ки барои ҳар як маҳал аз пеш маълум аст, бо ёрии формулаи интерполятсионии Лагранж ифода менамоем [2]:

$$B_{\text{окр}} = -0{,}0166\,h^4 + 0{,}15h^3 + 0{,}025h^2 - 11{,}45h + 103\,. \qquad (5)$$

Ифодаи (5)-ро ба (4) гузошта, баъд аз баъзе ихтисоркуниҳо ҳосил менамоем:

$$\Delta B_{\text{окр}} = B_{\text{о}} - B_{\text{окр}} = +0{,}0166\ \ h^4 - 0{,}15h^3 - 0{,}025h^2 + 11{,}45h - 0{,}01\varphi_{\text{окр}}p_s + 1{,}6. \qquad (6)$$

Қимати $\Delta B_{\text{окр}}$ –ро аз ифодаи (6) ба (3) мегузорем ва баъд аз баъзе тағйирдиҳиҳо формула барои муайян намудани талафи тавоноии босамари муҳаррики дизелиро вобаста аз баландӣ аз сатҳи баҳр дар шакли охирин ҳосил менамоем:

$$k'_N = k_{\text{в}}\left[h(0{,}0166h^3 - 0{,}15h^2 - 0{,}025h + 11{,}45) - 0{,}01\varphi_{\text{окр}}p_s + 1{,}6\right]. \quad (7)$$

Ҳисоби талафоти тавоноии босамари муҳаррики дизелӣ вобаста аз фишори атмосферӣ бо назардошти фишори парсиалии буғҳои об бо ёрии формулаи (7) дар ҷадвал оварда шудааст.

Талафи тавоноии муҳаррикҳои дизелӣ вобаста аз фишори атмосферӣ

Баландӣ аз сатҳи баҳр (h), км	Талафи тавоноӣ, (k'_N), %				
	$\varphi_{\text{окр}}$ =50 % $t_{\text{окр}}$ = 25 ^{0}C	$\varphi_{\text{окр}}$ =40 % $t_{\text{окр}}$ = 25 ^{0}C	$\varphi_{\text{окр}}$ =70 % $t_{\text{окр}}$ = 25 ^{0}C	$\varphi_{\text{окр}}$ =50 % $t_{\text{окр}}$ = 20 ^{0}C	$\varphi_{\text{окр}}$ =50 % $t_{\text{окр}}$ = 40 ^{0}C
0,5	*2,56*	2,71	-	-	-
1,0	*5,08*	5,23	4,80	5,27	4,12
1,5	*7,51*	7,66	-	-	-
2,0	*9,83*	10,00	9,56	10,02	8,8
2,5	*12,05*	12,20	-	-	-
3,0	*14,13*	14,28	13,85	14,33	13,2
3,5	*16,12*	16,26	-	-	-
4,0	*18,02*	18,17	17,74	18,22	17,08

7,51 - бе назардошти фишори парсиалӣ ва намнокии нисбии ҳаво
7,66 - бо назардошти фишори парсиалӣ ва намнокии нисбии ҳаво

Чӣ хеле ки аз натиҷаҳои дар ҷадвал овардашуда мебинем, тавоноии босамари муҳаррик вобаста аз фишори атмосферӣ қариб ки мувофиқи қонуниятҳои хати рост тағйир ёбад. Талафёбии тавоноӣ ҳангоми гузаштани автомобил аз ағбаи баландиаш 4000 м то ба 18% мерасад.

Талафёбии тавоноӣ вобаста аз таъсири фишори парсиалии буғҳои сершудаи об ва намнокии ҳаво нисбатан кам буда, ҳамагӣ 0,2 ... 0,3%-ро ташкил медиҳад. Ин онро нишон медиҳад, ки ҳангоми ҳисоби борбардории автомобил таъсири намнокии нисбӣ ва ҳарорати ҳаворо (фишори парсиалии буғҳои обро вобаста аз ҳарорати ҳаво муайян менамоянд) ба инобат гирифтан шарт нест.

Хулоса:

1. Бо мақсади сарфаи сӯзишворӣ ҳангоми боркашонӣ дар баландкӯҳҳо, хусусан дар баландии зиёда аз 1000 м, агар ягон чорабинии дигар барои зиёд намудани тавоноии муҳаррик пешбинӣ нашуда бошад, борбардории автомобилро мувофиқи тавоноии боқимондаи он қабул намудан лозим аст.

2. Таъсири намнокии нисбӣ ва ҳарорати ҳавои гирду атрофро аз сабаби хело камтаъсир будани онҳо (ҳамагӣ 0,2 ... 0,3%) дар назар гирифтан шарт нест.

Адабиёт:

1. Николаенко А.В., Хватов В.Н. Повышение эффективности использования тракторных дизелей в сельском хозяйстве.–Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ие, 1986. – 189 с.

2. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных аботников и инженеров. – М.: Наука, 1974. – 832 с.

3. Турсунов А.А., Абдуллоев М.А., Умирзоков А.М., Маджидов Б.Дж. Оценка влияния параметров горной среды на энергетические показатели энергоустановок транспортных машин//Транспортные и транспортно-технологические системы: материалы Междунар. науч.-техн. конф. Тюмень: Изд-во ТюмГНГУ, 2010. С. 330-334.

4. Зейнетдинов Р.А., Абдуллоев М.А., Гафаров А.А. Энергетические потери в системе охлаждения ДВС с учетом необратимости фазовых

превращений. Вестник Таджикского технического университета. 2015.-№ 3 (31), -С. 123-125.

ВЛИЯНИЕ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ НА МОЩНОСТЬ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

М.А. Абдуллоев, Р.А. Давлатшоев, Д. Садуллобеков

В статье приведена методика определения потери мощности дизельных двигателей в завимости от атмосферное давление воздуха с учетом парциальное давление насыщенного водяного пара при работе автомобилей на высоте над уровнем моря.

Ключевые слова: давление, двигатель, мощность, дизель.

THE INFLUENCE OF ATMOSPHERIC PRESSURE ON POWER OF THE DIESEL ENGINE

M.A. Abdulloev, R.A. Davlatshoev, D. Sadullobekov

The article is devoted to the method for determining the loss of power of diesel engines in dependence on atmospheric air pressure, taking into account the partial pressure of saturated water vapor when the cars are operating at altitudes above sea level.

Keywords: pressure, engine, power, diesel.

К ВОПРОСУ СТАНОВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЕДИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН

С.С. Акрамов

(Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими)

В статье рассмотрена история развития транспортно-экспедиционной деятельности, освещено государственное регулирование транспортно-экспедиционной деятельности, и анализировано её современное состояние развития ТЭД в регионе Центральной Азии, в том числе в Республике Таджикистан.

Ключевые слова: развитие транспортно-экспедиционной деятельности, механизмы государственного регулирования, анализ, динамика объёмов перевозок, проблемы.

В условиях глобализации современной экономики повышение эффективности доставки грузов входит в приоритетные направления сокращения издержек промышленных организаций, торговли и сферы услуг. Поэтому в последнее время явно наметилась тенденция выделения транспортно-экспедиционной деятельности в самостоятельную отрасль транспортного комплекса.

Транспорт – одна из крупнейших отраслей общественного производства, влияющая на все сферы деятельности человека и развития общества в целом.

Транспортно-экспедиционная деятельность – вид специализированной деятельности транспортно-экспедиционных услуг, осуществляемой экспедитором по договору с транспортной экспедицией [2].

Транспортно-экспедиционная деятельность (далее ТЭД) – деятельность в области перевозок, охватывающая весь комплекс операций и услуг по доставке товара от производителя продукции к потребителю. В международной практике под ТЭД понимается особый вид специализированной деятельности по организации доставки грузов и выполнению сопутствующих этому услуг, осуществляемой экспедитором для грузовладельца по договору, предусматривающему экспедиторское вознаграждение (комиссию). Одна из основных задач ТЭД в современных условиях – это поиск наиболее эффективного для заказчика варианта доставки груза на одном или нескольких видах транспорта [3].

Экспедиторская деятельность является неотъемлемой частью транспортного процесса и охватывает комплекс сложных и трудоемких работ, связанных с перевозкой грузов и выходящих за пределы обязанностей перевозчика. Транспортно-экспедиторский сервис как сфера экономической деятельности возник в Европе почти 120 лет назад. Первый конгресс экспедиторов европейских стран состоялся в Лейпциге в 1880 г. Для XX в.

характерны высокие темпы роста масштабов этой деятельности во всех развитых странах. Сегодня в мире работают около 50 тыс. экспедиторских компаний, в которых трудятся почти 18 млн. человек. Экспедиторы организуют и контролируют примерно 75% всех международных перевозок грузов. Доходы от мирового экспедиторского сервиса, включающего складское хранение и грузоперевозку, почти на 20% превышают доходы от собственно перевозочной работы.

Наиболее важными составляющими организационных основ надежной транспортно-экспедиторской компании, по мнению зарубежных экспертов, являются нормы и стандарты, обеспечивающие регулирование, стандартизацию и унификацию деятельности в этой области. Так, в Японии существует закон «О транспортно-экспедиторской деятельности», в Германии – закон «О грузовом автомобильном транспорте», в США – Кодекс федеральных правил. Помимо российских законов, международный рынок транспортно- экспедиторских услуг регулируется на основе нормативных рекомендаций, выпущенных как Российскими ассоциациями экспедиторов, так и Международной федерацией экспедиторских ассоциаций (FIATA), в состав которой входят ассоциации из 86 стран мира. Качество транспортно-экспедиторских услуг в настоящее время сертифицируется на основе международных стандартов ISO-9000.

На внутреннем и международном рынке транспортно-экспедиторских услуг действуют десятки тысяч транспортно-экспедиторских организаций и транспортных агентов. В целях организации изучения спроса и предложения на эти услуги, определения квот рынка транспортно-экспедиторских услуг, проведения согласованной политики цен на оказываемые услуги, тарифов и сборов, выработки единых критериев, которым должны отвечать услуги, улучшения их качества, унификации транспортно-экспедиционных документов, защиты своих интересов, транспортно-экспедиторские организации, агентства и фирмы объединились в ассоциации на региональном, национальном и международном уровнях.

В Европе для координации деятельности транспортно-экспедиторских фирм регионального уровня создана Межрегиональная ассоциация экспедиторов (МАЭ). Что касается международного уровня, то национальные ассоциации экспедиторов основали ещё в 1926 г. Основали Международную федерацию ассоциаций транспортных экспедиторов (ФИАТА). Это неправительственная организация, главная цель которой – обеспечение интересов экспедиторов на рынке международных транспортных услуг.

Соответствие стандартам и нормативам качества транспортно-экспедиторских и сопутствующих услуг является необходимым условием и признаком стабильно функционирующей компании или фирмы. Тем не менее, для обеспечения конкурентоспособности и дальнейшего развития компании необходимо наличие долгосрочной стратегии развития на основе приоритетных направлений транспортно-экспедиторского обслуживания, а также соблюдения баланса интересов персонала компании. Баланс интересов достигается путем создания и поддержания здоровой внутрифирменной конкуренции, инструментом которого является распределение ресурсов (в том числе инвестиций, высококвалифицированных специалистов, производственных площадей, оборудования и т.п.) и материальных поощрений в зависимости от результатов деятельности и конкурентоспособности отдельных подразделений транспортно-экспедиторской компании.

Государственное регулирование деятельности ТЭК преследует две основные цели:

-стимулирование развития национальной транспортно-экспедиционной деятельности в целях обеспечения устойчивого функционирования и развития экономики страны;

-обеспечение гарантированного уровня качества транспортно-экспедиционного обслуживания юридических и физических лиц.

Основными механизмами государственного регулирования транспортно-экспедиционной деятельности являются:

-лицензирование, определяющее систему доступа экспедиторов и

перевозчиков к участию в транспортно-экспедиционной деятельности;

-сертификация, стимулирующая повышение качества предоставляемых транспортно-экспедиционных услуг;

-налоговая политика в сфере транспортной деятельности;

-правовая защита всех участников транспортно-экспедиционного процесса, особенно граждан (потребителей);

-стандартизация всех аспектов транспортно-экспедиционной деятельности;

-политика в области страхования.

В Республике Таджикистан процедура регулирования транспортно-экспедиционной деятельности закреплена законом «О транспортно-экспедиционной деятельности» и Правилами транспортно-экспедиционной деятельности. Закон направлен на упорядочение правовой базы, определение порядка и условий заключения и исполнения договоров транспортной экспедиции, регулирование отношений, возникающих из этих договоров и, в частности, прав, обязанностей и ответственности сторон. Закон призван обеспечить защиту интересов, как экспедиторов, так и пользователей транспортно-экспедиционных услуг, упорядочить отношения между транспортно-экспедиторскими организациями, перевозчиками различных видов транспорта и потребителями транспортно-экспедиционных услуг. Принятие закона создает условия для повышения качества экспедиционных услуг, снижения издержек при перевозках грузов, обеспечение конкурентоспособности таджикских транспортных экспедиторов, как в республики, так и за рубежом. Большинство таджикских предприятий занимается организацией доставки грузов только отдельными видами транспорта. Удаленность от международных транспортных путей, высокая себестоимость перевозок грузов усугубляют ситуацию и препятствуют налаживанию полноценных экономических связей с зарубежными странами.

Указанные факторы во многом обусловили современную структуру и динамические показатели перевозок грузов в Таджикистане как

результирующие характеристики состояния его транспортно-логистической системы (таблица 1) [5,6].

Таблица 1.

Структура и динамика перевозок грузов в Республике Таджикистан в 2008 – 2015 г.г.

Показатель	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Перевозка грузов всего, тыс. т	47732,3	56862,8	59327,4	61656,6	68399,4	72248,3	74411,2	74431,8
Динамика перевозок, %	–	19,1	4,3	3,9	10,9	5,6	3,0	0,0
Сухопутный транспорт, тыс. т	47729,8	56860,6	59325,2	61654	68396,9	72246	74408,6	74429,7
Доля в совокупном объеме перевозок, %	99,99	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Динамика перевозок, %	–	19,1	4,3	3,9	10,9	5,6	3,0	0,0
Железнодорожный транспорт, тыс. т	14544,2	14545,5	10445,6	9256,7	8405,1	6735,3	6807,7	6125,6
Доля в совокупном объеме перевозок, %	30,5	25,6	17,6	15,0	12,3	9,3	9,1	8,2
Динамика перевозок, %	–	0,0	–28,2	–11,4	–9,2	–19,9	1,1	–10,0
Автотранспорт, тыс. т	33185,6	42315,1	48879,6	52397,3	59991,8	65510,7	67600,9	68304,1
Доля в совокупном объеме перевозок, %	69,5	74,4	82,4	85,0	87,7	90,7	90,8	91,8
Динамика перевозок, %	–	27,5	15,5	7,2	14,5	9,2	3,2	1,0
Международный транспорт, тыс. т	800,5	937	908	1201	1691	1870,6	1353,3	1126,4
Доля в совокупном объеме перевозок, %	1,7	1,6	1,5	1,9	2,5	2,6	1,8	1,5
Динамика перевозок, %	–	17,1	–3,1	32,3	40,8	10,6	-27,7	–16,8
Авиационный транспорт, тыс. т	2,5	2,2	2,2	2,6	2,5	2,3	2,6	2,1
Доля в совокупном объеме перевозок, %	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Динамика перевозок, %	–	–12,0	0,0	18,2	–3,8	–8,0	13,0	–19,2

Как видно, в последние годы для структуры и динамики перевозок грузов в Республике Таджикистан, как показателей, характеризующих результативность транспортно-логистической системы страны, характерны следующие тенденции:

-общее увеличение объемов перевозок – среднегодовые темпы роста в последние годы положительные и составляют 8,8%;

-наиболее динамичным сектором является перевозка грузов по международным направлениям;

-в этом сегменте среднегодовые перевозки составляют 19,5%;

-по-прежнему большая часть грузов перевозится сухопутным транспортом и, в частности, автомобильным транспортом, на который приходится от 69,5% до 91,8% от всего объема перевозок грузов в стране;

-наблюдается снижение значимости перевозок грузов железнодорожным транспортом: доля данного сегмента транспортных перевозок снизилась с 30,9% в 2008 г. до 8,2% в 2015 г.

Проблемы формирования транспортно-логистической системы Республики Таджикистан напрямую связаны с особенностями и проблемами развития объектов его транспортной инфраструктуры.

Анализ результатов деятельности отечественных транспортно-экспедиторских предприятий позволяет говорить о том, что большинство из них находится на низком уровне развития, характеризующимся нестабильной работой, большими затратами, высокими тарифами на услуги низкого качества и, как следствие, низкой рентабельностью. К наиболее существенным факторам, оказывающих отрицательное влияние на функционирование отечественных транспортно-экспедиторских предприятий, следует отнести:

-частые и резкие изменения структуры спроса на транспортно-экспедиторские услуги, недостаточное техническое оснащение;

-отсутствие развитой нормативной базы, игнорирование существующих норм и стандартов;

-низкий уровень кооперации и интеграции транспортно-экспедиторских предприятий;

-недостаточная специализация транспортно-экспедиторских предприятий;

-отсутствие или необоснованность оперативных и перспективных планов.

Литература:

1. Кивал Н.Г. Основы транспортно-экспедиционного обслуживания / Н.Г. Кивал. Учебное пособие. – Владивосток. - 2010. 156с.

2. Закон Республики Таджикистан «О транспортно-экспедиционной деятельности» / Постановлением 2006. №181 - 4с.

3. Ковалев Р.Н. Транспортно-экспедиционная деятельность / Р.Н. Ковалев. Учебное пособие. – Екатеринбург.-2016. 87с.

4. Сханова С.Э. Транспортно-экспедиционное обслуживание: учебное пособие/С.Э. Сханова, О.В. Попова, А.Э. Горев; Москва; Издательский центр «Академия»; 2005.

5. Статистический ежегодник, 2016. Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан. Душанбе, 2016. 329 с.

6. Таджикистан в цифрах, 2014. Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан. Душанбе, 2014. 165 с.

7. Вестник Таджикского технического университета / Наджмудинов Ф.Н., Бобоев М.Г., Бобиев Р.С. – 2017г. стр. 45-53.

ОИД БА МАСЪАЛАИ ФАЪОЛИЯТИ ТАШАККУЛ ВА РУШДИ ШИРКАТҲОИ НАҚЛИЁТӢ-ЭКСПЕДИТСИОНӢ ДАР ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

С.С. Акрамов

Дар мақола инкишофи фаъолияти нақлиётӣ-экспедитсионӣ, танзими давлатии фаъолияти нақлиётӣ-экспедитсионӣ, танзими ҳуқуқӣ, инчунин механизмҳои танзими фаъолияти нақлиётӣ-экспедитсионӣ, ҳолати кунунии рушди ширкатҳои нақлиётӣ-экспедитсионӣ дар минтақаи Осиёи Марказӣ ва Ҷумҳурии Тоҷикистон, мушкилиҳои дар раванди ташаккули фаъолияти нақлиётӣ-экспедитсионӣ ҷойдошта омӯхта шуда, баррасӣ шуд.

Калимаҳои калидӣ: рушди фаъолияти нақлиётӣ-экспедитсионӣ, механизмҳои танзими давлатӣ, таҳлил, динамикаи ҳаҷми интиқол, мушкилоти ҷойдошта.

TO THE QUESTION OF FORMATION AND DEVELOPMENT OF FORWARDING ACTIVITY IN THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

S.S. Akramov

The history of development of transport-expeditionary activity, state regulation of transport and expedition activity, legal regulation, as well as mechanisms for regulating transport-expeditionary activity are analyzed in the article, the current state of development of Forwarding company in the region of

Central Asia and especially in the Republic of Tajikistan is analyzed, on the way of development of transport and expedition activity.

Keywords: development of transport and expedition activity, mechanisms of state regulation, analysis, dynamics of volumes of transportation, problems.

Сведения об авторе:

Акрамов Саидусмон Саидисломович – ассистент кафедры «Организация перевозок и управление на транспорте». Контактная информация – тел.: 985311993, E-mail: saidusmona@mail.ru

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТРЕБНОГО КОЛИЧЕСТВА СРЕДСТВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Д.С. Гафуров, С.Ш. Миррахматов, А.К. Шералиев

(Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими)

В работе проведен анализ средств технического обслуживания (СТО) ВС с целью устранения отказов и повреждений (текущего ремонта) и проведения регламентных работ по ТО. Использован алгоритм расчета $N_{\text{потр}}^{\text{сто}}$ *, разработанный на основании решения классической задачи обслуживания заявок в рамках многоканальной системs массового обслуживания с ожиданием, составлен график зависимости* P_{ni} *и* $t_{\text{ожі}}$ от λ_i.

Ключевые слова: *воздушное судно, средства технического обслуживания, система массового обслуживания, вероятность занятости СТО.*

Комплекс средств технического обслуживания (СТО) ВС включает в себя средства для устранения отказов и повреждений (текущего ремонта - ТР) и проведения регламентных работ по ТО. Поставка СТО осуществляется в различной комплектации по отдельным функциональным системам ВС [1]. События, связанные с привлечением этих средств, носят случайный характер.

С позиции теории массового обслуживания каждый комплекс СТО *i*-го типа можно представить как канал обслуживания, а работы, выполняемые с помощью этого типа комплекса СТО - как заявки на обслуживание (ТР или

ТО). Выполнение заявок является обязательным, при этом, если средство занято, то поступившая очередная заявка переходит в режим ожидания.

Исходя из характера режима использования СТО, определение потребного количества средств $N_{\text{потр}}^{\text{сто}}$ для парка ВС любой численности можно осуществить, рассматривая процесс их использования как многоканальную систему массового обслуживания (СМО) с ожиданием. Количество каналов обслуживания n соответствует количеству комплексов СТО i-го типа, интенсивность поступления заявок λ_i - интенсивности возникновения работ, при которых используется i-й тип СТО. Среднее время обслуживания заявки занятости СТО i-го типа).

Алгоритм расчета $N_{\text{потр}}^{\text{сто}}$, разработанный на основании решения классической задачи обслуживания заявок в рамках многоканальной СМО с ожиданием, приведен на рис. 1.

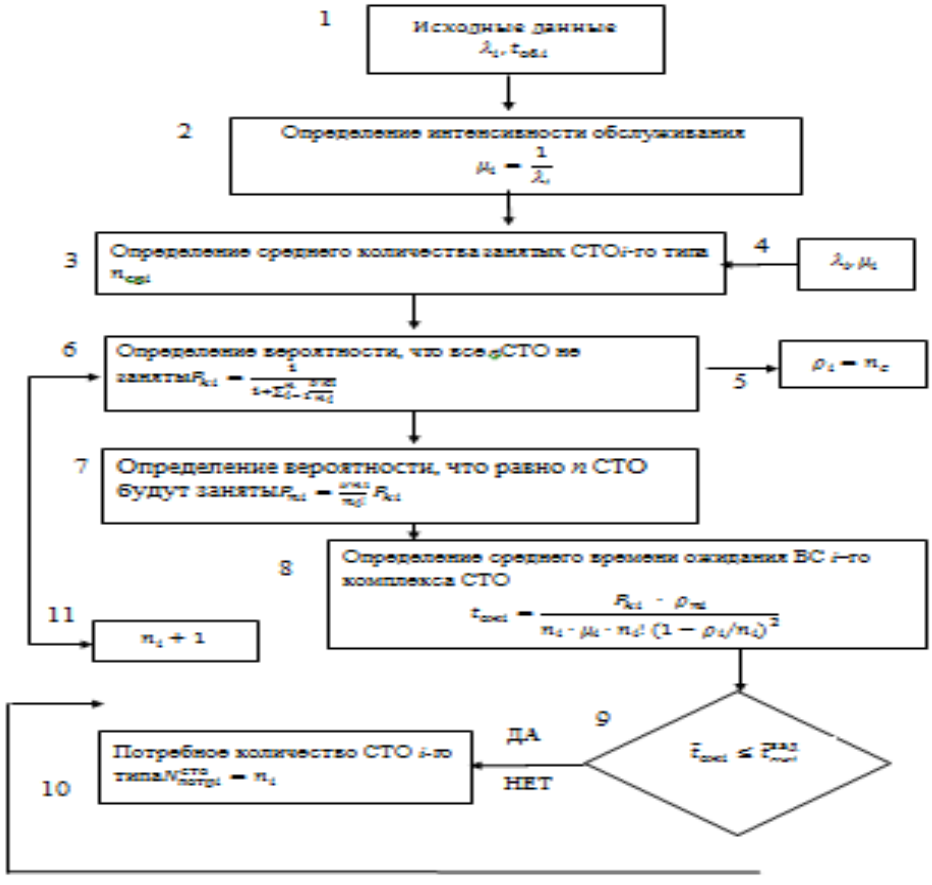


Рис. 1. Алгоритм расчёта $N_{\text{потр}}^{\text{сто}}$ i-го типа

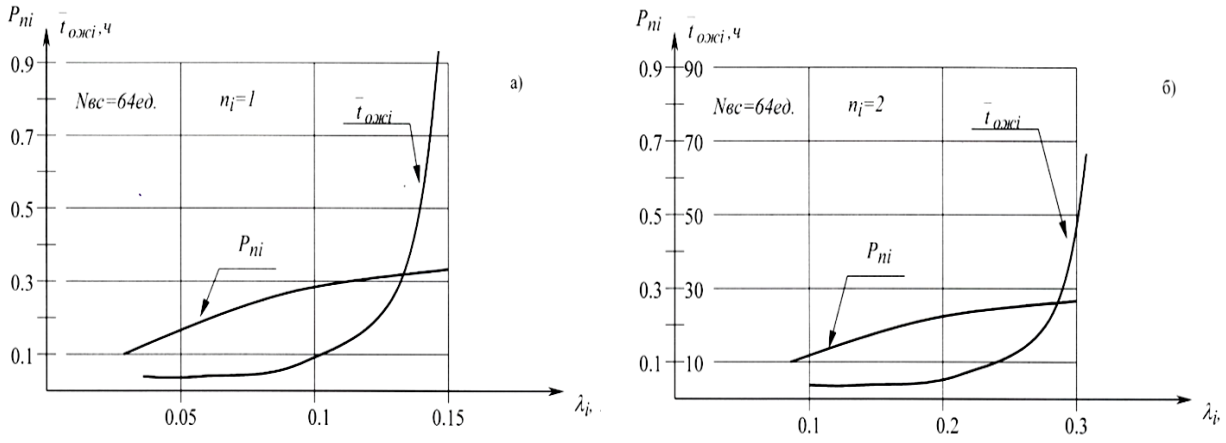


Рис. 2. Зависимость P_{ni} и $t_{ожі}$ от λ_i: а) при наличии 1-го комплекса СТО; б) при наличии 2-х комплексов СТО

Исходными данными для расчёта характеристик занятости СТО, а именно: вероятности занятости СТО P_n и среднего времени ожидания СТО $t_{ож}$, приняты:

λ_i – интенсивность отхода ВС на текущий ремонт и на выполнение периодического ТО;

$_{обі}$ – среднее время занятости СТО.

При расчетах значения λ_i изменялись в пределах от 0,02 до 0,3; значение

Такие значения выбраны на основании проведенных исследований отхода ВС на ТР и ТО. Результаты расчётов с помощью операторов 1…8 значений $P_{ni} = f(\lambda_i, n_i)$ и $t_{ожі} = f(\lambda_i, n_i)$ приведены на рис. 2.

Из анализа графиков следует, что вероятность занятости СТО не превышает 0,5. Однако в связи со случайным характером появления работ с использованием *i*-го средства возникают события, когда поступившее на выполнение работ ВС будет ожидать момента освобождения СТО.

Так при наличии *i* -го комплекса СТО (при $\lambda_i > 0{,}1$) резко возрастает $t_{ож}$, значение которого может достигать 8 суток. Следовательно, основным критерием, определяющим количество средств ТО *i*-го типа, должно быть $t_{ож}$. Задаваясь допустимым значением $t_{ож}$, можно определить потребное количество *i*-го типа СТО.

Литература:

1. Смирнов Н. Н. Автоматизация производственных процессов технической эксплуатации летательных аппаратов [Текст]: учеб.пособие / Н.Н. Смирнов, Ю.М. Чинючин, В.С. Лисицын. – М.: Транспорт, 1985. – 248с.

2. Гафуров Д.С. Методы совершенствования системы поддержания лётной годности воздушных судов в условиях Республики Таджикистан с учетом международных требований по обеспечению безопасности полётов. [Текст]: дис. канд. техн. наук: 05.22.14. // Гафуров Джалолиддин Садруддинович. − М.: МГТУ ГА. − 2016. – 153с.

УСУЛИ МУАЙЯНКУНИИ ТЕЪДОДИ ТАЛАБОТИИ ВОСИТАҲОИ ХИЗМАТРАСОНИИ ТЕХНИКИИ КИШТИҲОИ ҲАВОЙ

Д.С. Ғафуров, С.Ш. Миррахматов, А.К. Шералиев

Таҳлили таҷҳизоти нигоҳубини техникии киштиҳои ҳавоӣ бо мақсади бартараф кардани нуқсонҳо ва қисмҳои аз кор баромада, натиҷаи дастури назорати техникӣ гузаронида шудааст. Алгоритми ҳисоби $N_{потр}^{сто}$, коркарда-шуда дар асоси ҳалли масъалаҳои пешниҳодшуда дар ҳудуди системаи нигоҳубини пурра, графики вобастагии P_{ni} ва $t_{ожі}$ аз λ_i тартиб дода шуд.

Калимаҳои калидӣ: киштиҳои ҳавоӣ, таҷҳизоти нигоҳубини техникӣ, системаи нигоҳубини пурра.

METHOD FOR DETERMINING THE NEED OF AMOUNT OF AIRCRAFT SERVICE MAINTENANCE

D.S. Gafurov, S.Sh. Mirrakhmatov, A.K. Sheraliev

In the work, an analysis of maintenance facilities (STO) was carried out for the purpose of eliminating failures and damages (routine maintenance) and routine maintenance of maintenance. The calculation algorithm N_ (computation), developed on the basis of the solution of the classical task of servicing applications within the framework of a multi-channel queuing system with expectation, is used, a graph of the dependence of P_{ni} and $t_{ожі}$ t out of λ_i is compiled.

Keywords: aircraft, maintenance facilities, queuing system, probability of employment of the service station.

Сведения об авторах:

Гафуров Д.С. – к.т.н., старший преподаватель кафедры «Техническая эксплуатация воздушного транспорта и железных дорог».

Миррахматов С.Ш. – к.т.н., доцент кафедры «Техническая эксплуатация воздушного транспорта и железных дорог».

Шералиев А.К. – старший преподаватель кафедры «Техническая эксплуатация воздушного транспорта и железных дорог».

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ФОРМИРОВАНИЕ ПОТРЕБНОСТИ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН В УСЛУГАХ ПАССАЖИРСКОГО АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

У.Д. Джалилов, Ф.М. Юнусов

(Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими)

В статье изучены теоретические основы рациональной организации транспортного обслуживания пассажирским автотранспортом сельского населения в современных условиях. Проведен анализ региональных факторов, формирующих потребность сельского населения в поездках, а также показатели региональных факторов, формирующих потребность сельского населения в поездках. Выявлена непосредственная и косвенная взаимосвязь между выделенными факторами и системой показателей, формирующих потребность сельских жителей в услугах пассажирского автомобильного транспорта, также выявлены наиболее важные факторы, характеризующие формирование потребности сельского населения в услугах пассажирского автотранспорта в Республике Таджикистан.

Ключевые слова: *транспортное обслуживание, пассажирский автотранспорт, маршруты, сельское население, потребность, спрос.*

Рациональная организация транспортного обслуживания пассажирским автотранспортом показывает, что необходимым условием является определение потребностей сельских жителей в поездках на основе учета

влияния различных факторов с целью оптимизации маршрутных сетей и организаций движения пассажирских транспортных средств на маршрутах сельской местности.

Анализ экономических литератур показывает, что: «под потребностью следует понимать нужду социального объекта в определенном социальном благе, выраженное либо в форме фактического потребления, либо высказанной «нуждаемости»».

Мною установлено, что потребность в поездках формируется под воздействием множеств факторов и описывается набором различных характеристик. К таким характеристикам можно отнести:

ПО – потребность всего населения сельской местности (общественный);

ПП – потенциальная потребность разнообразной категории жителей сельских районов;

ПС – потребность или спрос на пассажирские перевозки;

ПР - реализованная потребность или спрос жителей сельских местностей.

Факторы, формирующие потребности жителей сельских местностей в поездках, можно обозначить через $X= (X_1, X_2, \ldots, X_n)$ и в итоге получатся руководствующиеся зависимости:

$$ПО = f(\overline{\overline{X}}) + \Delta 1\ ,\ ПП = f(\overline{\overline{X}}) + \Delta 2,\ ПС = f(\overline{\overline{X}}) + \Delta 3,\ ПР = f(\overline{\overline{X}}) + \Delta 4$$

где

$\Delta 1$ –*характеризует регулирующую роль государства в развитии сельского хозяйства, зависящей от перспективного формирования, состава и строения населения, возможности государства по развитию транспортного комплекса района;*

$\Delta 2$ – *характеризует разницу нужд разнообразных категорий жителей села;*

$\Delta 3$ – *характеризуется специфика нужд жителей сельских местностей;*

$\Delta 4$ – *характеризуется разница между фактически выполненными объемами пассажирских перевозок и расчетным спросом населения. Это, в*

основном, связано с отсталостью транспорта в районе, и спрос неполностью удовлетворяется.

С другой точки зрения, учет таких характеристик позволяет довольно аргументировано рассчитать потребности населения сельской местности в пассажирских перевозках. Учитывая информационную обеспеченность характеристик нужд, т. е. реализованный спрос, необходим, использовать данные о фактическом продвижении населения села.

При этом, т.е. при определении потребностей сельских жителей в поездках, основным является размещения аграрного производства, сети объектов транспортной инфраструктуры и системы расселения местности. Значимо отметить, что поездка совершается для конкретной цели, например, для осуществления деятельности, духовного и материального развития.

Нужда жителей села в поездках в конкретном времени социально-исторического обстоятельства характеризуется степенью развития общественного производства, социального расселения, техники, информации и связи, также бюджетом свободного времени, культурно-бытовым и общественным требованиями населения, т.е. степенью социально-экономического развития территорий села.

В целом социально-экономическая степень развития территории сельской местности складывается из экономических, демографических, этнических, социальных и других условий. Эти условия находятся на основе изучения взаимосвязанных факторов.

Анализ работ [2] показывает, что формирование потребностей жителей сельской местности в услугах пассажирского автотранспорта рассматривается в отраслевом аспекте, либо по видам пассажирского автотранспорта и отдельных перевозках, например, как трудовых и культурно-бытовых. Тем не менее, в этих научных работах мало и кратко выявлены факторы, характеризующие уровень развития отдельных районов и в целом страны, развитие природно-климатических условий, густоту сельских поселений, качество и культуру оказания автотранспортных услуг.

Необходимо отметить, что система оказания услуг пассажирского автотранспорта мною анализируется как основная составляющая производственной и социальной инфраструктуры района. Исходя из этого, поддерживая мнение авторов работы [3,4,6,8], выделяю вытекающую совокупность факторов, определяющих формирование спроса населения сельских местностей в услугах пассажирского автотранспорта, которая представлена на рисунке 1.

Рисунок 1. Совокупность факторов, определяющих формирование спроса населения сельских местностей в услугах пассажирского автотранспорта

Таким образом, можно сделать вывод, что пассажирские перевозки в сельской местности характеризуются значительным количеством факторов. Поэтому значимой стадией при улучшении транспортного обслуживания на

территориях сельской местности является отбор факторов, определяющих формирование спроса жителей сельских местностей в услугах пассажирского автотранспорта. Анализ литературы [7,9,10] представляет, что при отборе наиболее значительных факторов, формирующих потребности населения сельской местности в поездках, появляются обусловленные трудности. В главном исследователи совершают отбор факторов, основываясь на личном мнении о приспособлении разбираемого транспортного процесса, и используют методы количественного анализа и показателей статистики. Для характеристики тесноты взаимоотношения между этими факторами используются парные корреляции, частные корреляции, ее отношение, множественная корреляция и другие и на основе этих отнимают факторы, которые в дальнейшем способствуют аналогу.

На наш взгляд, эффективным методом является метод экспертной оценки, который успешно используют в различных авторских работах при проведении особых обследований. Этот метод мною использован при отборе наиболее важных факторов, формирующих потребности населения сельской местности в услугах пассажирского автотранспорта.

В итоге приобретенных данных было выявлено 26 факторов (таблица 1), измеряемых 33 показателями (таблица 2).

Таблица 1.

Система факторов, формирующих потребности населения сельской местности в поездках

Место фактора в ряду	**Наименование**	**Усл. обоз.**
1	Степень реального дохода населения сельской местности	F_1
2	Степень развития сельскохозяйственного производства	F_2
3	Степень развития бытового обслуживания населения сельской местности	F_3
4	Степень развития торговли и общественного питания населения сельской местности	F_4
5	Степень развития системы связи в сельской местности	F_5
6	Степень развития системы здравоохранения в сельской местности	F_6
7	Степень развития дорожной сети в сельской местности	F_7
8	Степень развития культуры населения сельской местности	F_8
9	Степень развития системы образования населения сельской местности	F_9
10	Развитие промышленного производства	F_{10}

Место фактора в ряду	Наименование	Усл. обоз.
11	Система расселения населения сельской местности	F_{11}
12	Миграция сельского населения	F_{12}
13	Половозрастная и профессиональная структура населения сельской местности	F_{13}
14	Степень развития индивидуального подсобного хозяйства	F_{14}
15	Степень развития ведомственного транспорта в сельской местности	F_{15}
16	Обеспеченность населения сельской местности средствами индивидуального транспорта	F_{16}
17	Обеспеченность населения сельской местности предметами культурно-бытового предназначения	F_{17}
18	Фактор, характеризующий перестройку сельскохозяйственных производств	F_{18}
19	Число свободного времени у населения сельской местности	F_{19}
20	Образовательная степень населения сельской местности	F_2
21	Улучшение условий труда в сельском хозяйстве	F_{21}
22	Степень занятости в сельском хозяйстве	F_{22}
23	Степень урбанизации	F_{23}
24	Периодичность обслуживания заготовительной конторой	F_{24}
25	Природно-климатические условия	F_{25}
26	Фактор, характеризующий сложившуюся категорию условия быта и культуры (традиции, обычаи и т.д.)	F_{26}

Таблица 2.

Показатели факторов, формирующих потребность населения сельской местности в поездках

Усл. обоз.	Показатели	Ед. изм.
X_1	Среднемесячная зарплата сельского работника	сомони
X_2	Доля населения сельской местности	%
X_3	Среднегодовая валовая продукция одного хозяйства в сельской местности	тыс. сомони
X_4	Объем бытовых услуг на душу населения сельской местности	сомони
X_5	Число предприятий быта на один сельский населенный пункт	ед.
X_6	Число предприятий розничной торговли на один сельский населенный пункт	ед.
X_7	Число автолавок и палаток в районе	ед.
X_8	Объем товарооборота на душу населения сельской местности	сомони
X_9	Число отделений связи на один сельский населенный пункт	ед.
X_{10}	Объем продукции связи на душу населения сельской местности	сомони
X_{11}	Количество врачей на один сельский населенный пункт	чел.
X_{12}	Среднее число посещения амбулаторно-поликлинических учреждений одним жителем село	ед.
X_{13}	Среднее число больничных коек в сельской местности на 1000 жителей село	ед.
X_{14}	Плотность сети автомобильных дорог в сельской местности	км/кв^2

Усл. обоз.	Показатели	Ед. изм.
X_{15}	Среднее число культурных учреждений на один сельский населенный пункт	ед.
X_{16}	Среднее число участников художественной самодеятельности одного клуба	ед.
X_{17}	Среднее число книг одной сельской библиотеки	тыс. экз.
X_{18}	Число общеобразовательных предприятии на один сельский населенный пункт	ед.
X_{19}	Среднее число обучающихся в одной сельской общеобразовательной предприятии	чел.
X_{20}	Число обучающихся в средне-специальных учебных заведениях	чел.
X_{21}	Среднее число детей на одно дошкольное учреждение	чел.
X_{22}	Число дошкольных учреждений на 1 сельский населенный пункт	ед.
X_{23}	Число промышленных предприятий и объединений на один центр тяготения потоков	ед.
X_{24}	Плотность размещения сельских населенных пунктов	ед./тыс.кв^2
X_{25}	Плотность центра тяготения потоков	ед./тыс.кв^2
X_{26}	Средний размер сельских населенных пунктов	чел.
X_{27}	Удельный вес сельских жителей старше трудоспособного возраста	%
X_{28}	Удельный вес инженерно-технических работников в общем числе работников сельского хозяйства	%
X_{29}	Средний размер приусадебного участка одного жителя села	га
X_{30}	Удельный вес ведомственного транспорта	%
X_{31}	Количество транспорта личного пользования на тысячу жителей село	ед.
X_{32}	Количество прибывших жителей в сельский населенный пункт	тыс. чел.
X_{33}	Количество выбывших жителей из сельского населенного пункта	тыс. чел.

Важно отметить, что существует непосредственная, а также и косвенная взаимосвязь между выделенным фактором и системой показателей, формирующих потребность населения сельской местности в услугах пассажирского автотранспорта.

В периоде рассмотрения показано, что полученный фактор F_1 является значительным фактором, формирующими потребности населения сельской местности в услугах пассажирского автомобильного транспорта, на основании того, что потребность населения сельской местности, прежде всего, характеризуется от его жизненными уровнями, дающими возможность приобретения ими различных товаров, а также посещения культурно-бытовых и спортивных учреждений и т.д. При этом F_1 характеризуется возможность жителя села, оплачивает услуги, в том числе и пассажирские услуги.

Исходя из того, что по разбираемому фактору не ведется учет на районе, поэтому для этого измерения мною выбран X_1 и X_3. Расчет потребности населения сельской местности на влияние одного фактора не адекватен в природе оказания услуг пассажирским автотранспортом в сельском населенном пункте.

Другим фактором, формирующим потребности населения сельской местности в услугах пассажирского автотранспорта, это F_2, который мною измерен двумя показателями X_2 и X_3. Развитие сельхозпроизводства способствует увеличению ВВП, решению проблемы занятости жителей, снижению количества маятниковых мигрантов, большому числу трудовых дней, снижению времени при поездке, а повышение удельного веса населения сельской местности в главном должно приводить к уменьшению его подвижности.

В целом, F_2 способствует понижению подвижности населения сельской местности. При выборе факторов, формирующих потребности населения сельской местности в поездках, необходимо учитывать образ их жизни и основные тенденции его изменения.

Поэтому можно утверждать, что другими факторами, формирующими потребности населения сельской местности в услугах пассажирского автомобильного транспорта, является уровень развития транспортного обслуживания в селе. Сегодня в селе успешно развивается жилищно-коммунальное хозяйство, торговля и общественное питание, бытовое обслуживание, связь, здравоохранение и др.

Поэтому в работе, наряду с количественным показателем, были использованы и качественные показатели, которые обусловливают отрасли обслуживания. При этом необходимо измерить некоторые качественые показатели с помощью следующих количественных факторов. Показатель F_3 измеряется не только X_3, а еще и X_4, а показатель F_4 измеряется X_8, X_6 и X_7, показатель F_5, измеряется X_9, и X_{10}, а показатель F_6, измеряется X_{13}, X_{12} и X_{11},

показатель F_8, измеряется $X_{15,}$ X_{13}, X_{17}, а показатель F_9, измеряется следующими показателями X_{13}, X_{22}, X_{19}, X_{20} и $X_{21.}$

Необходимо отметить, что развитие сферы обслуживания в сельской местности должно приводить к снижению потребности населения сельской местности в пассажирских автотранспортных услугах.

Строительство, благоустройство и реконструкция автодорог, устранение бездорожья считаются значительным фактором и характеризуются показателем $F_{7,}$ и измеряется X_{14}. Основным системообразующим фактором назван F_{10}, который измеряет X_{23}. Влияние фактора - F_{10} на нужду в поездках является неоднозначным. Его увеличение может привести к росту подвижности населения сельской местности, например, появление новейших предприятий может стать причиной тяготения потоков рабочих из сельских поселений. Кроме этого, увеличение такого фактора приведет к понижению потребности населения сельской местности в поездке, в силу близости промпредприятий и объединений к сельским трудовым ресурсам. Поэтому характер влияния такого фактора как F_{10} на формирование потребности населения сельской местности в поездках можно рассматривать в обстоятельствах всякого конкретного эпизода.

Фактор F_{11} является значительным формирующим фактором потребности населения сельской местности в услугах пассажирского автотранспорта. Данный показатель измеряется с помощью X_{24} и X_{26}. Рост указанных показателей обусловливают совершенствование культурно-бытового обслуживания в сельской местности, наиболее качественное обеспечение населения сельской местности нужными средствами жизнедеятельности и, таким образом, понижение потребностей населения сельской местности в поездках.

Другими факторами, характеризующими формирование потребности населения сельской местности в поездках, является - F_{12}, который измеряется с помощью X_{32} и X_{33}. Следующими факторами, характеризующими

формирования потребности населения сельской местности в поездках, является фактор F_{13}.

Проведенные обследования показывают, что подвижность населения сельской местности резко изменяется по достижении 55-летнего возраста. Исходя из того, что в качестве главного показателя нами принято X_{27}, также он может, косвенно измерен и показателями фактора F_9 - X_{18}, $X_{19,}$ X_{20}, X_{21} и X_{22}. Воздействие такого фактора на формирование спроса носит непримитивный характер. По мере увеличения среднего возраста уменьшается потребность в поездках. Однако при повышении удельного веса мужчин в составе населения увеличивается количество поездок с трудовой целью, а повышение удельного веса женщин способствует повышению числа поездок с культурно-бытовой целью.

В целом результат исследований показывает, что в нашей республике удельный вес мужчин на внутренних пассажирских сообщениях и удельный вес женщин имеет одинаковую долю. Этот фактор довольно аргументировано отражает анализируемый фактор - F_{12}.

Кроме этого, на формирование потребности населения сельской местности в поездке оказывает влияние - F_{13}, которое измеряется с помощью X_{28}. Анализируемый фактор тоже может косвенно отражать целые показатели, характеризующие - X_4, X_8, X_{10}, X_{11}, X_{13}, X_{16}, X_{17} и $X_{21,}$ так как развитие различных сфер обслуживания способствует формированию соответствующих профессий в сельском районе.

При этом F_{13} тоже косвенно может отражать X_{23}, X_{14}, X_3, показатели, и факторы F_9 - X_{18}, X_{19}, X_{20}, X_{21} и $X_{22.}$ Характер воздействия данного фактора весьма сложный на стадии формирования потребностей населения сельской местности в поездках. Повышение такого фактора способствует увеличению передвижения населения сельской местности, так как, чем разнообразнее профессиональная структура населения сельской местности, тем преимущественно действовать в других отраслях и сферах экономики, которая в главном расположена в центре тяготения потоков.

Другим определяющим фактором является - F_{14}, который измеряется $X_{29,}$ X_2. Развитие индивидуального подсобного хозяйства в основном способствует увеличению потребности населения сельской местности в поездках с целью осуществления недостатков сельхозпродукции. Направление влияния данного фактора может быть обратным, если развитие индивидуального подсобного хозяйства осуществляется только с целью удовлетворения индивидуальных потребностей, тогда отлетает необходимость поездки населения сельской местности на рынок с целью приобретения сельхозпродуктов.

При формировании потребности населения сельской местности в услугах пассажирского автотранспорта специальное место охватывает степень развития ведомственного транспорта - F_{15}, который измеряется с помощью X_{30}. Этот фактор также измеряется с помощью X_3 X_{23}. Должен заметить, что чем преимущественно развиваются предприятия и объединения иных отраслей в районе, тем преимущественна вероятность того, что они имеют ведомственный пассажирский автотранспорт. Данный фактор косвенно измеряется показателем развития иных отраслей и сфер экономики, в том числе сферы транспортного обслуживания. Он приводит к уменьшению потребности населения сельской местности в услугах пассажирского автотранспорта.

Значимым фактором, формирующим потребности населения сельской местности в услугах пассажирского автотранспорта, является F_{16}, который измеряется с помощью X_{31}. Данный фактор также косвенно может характеризовать X_2. В целом фактор - F_{16} способствует росту потребности сельского населения в поездках, а с другой стороны, может уменьшать спрос на услуги пассажирского автотранспорта общего пользования. Поэтому воздействие такого фактора должно характеризоваться при рассмотрении конкретных случаев.

Фактор F_{17} может косвенно охарактеризовать показатель X_8. Повышение воздействия такого фактора приведет к уменьшению потребности населения сельской местности в поездках. Значительными факторами,

характеризующими перестройку сельхозпроизводства F_{18}, измеряются показатели, характеризующие специализацию, кооперацию и концентрацию сельхозпроизводства. По вышеуказанной причине в исследовании данный фактор непосредственного отражения не получил. Его измеряют с помощью X_3, X_{28}, X_{25} и X_{23}.

Оценка влияния данного фактора на процессе формирования потребностей населения сельской местности в поездках очень сложна. В одних случаях влияние данного фактора может понизить потребности населения сельской местности в поездках - когда перестройка сельскохозяйственного производства приносит вероятность работнику найти место приложения работы в радиусе пешеходной доступности, во-вторых – когда перестройка не способствует населению сельской местности находить место приложения работы в пределах населенного места.

Специальным значением формирования потребностей населения сельской местности в услугах пассажирского автотранспорта, обладает F_{17}. Тем не менее, из-за ограниченности данных нет возможности измерить данный фактор. Косвенно - F_{19} характеризуется изменением X_{27}, X_2, X_1 и X_{29}. В целом наличие свободного времени дает вероятность населению сельской местности пользоваться более качественным обслуживанием центрами, и это может содействовать увеличению потребности населения сельской местности в транспортных услугах.

Важнейшее воздействие на формирование потребностей в услугах пассажирского автотранспорта оказывает фактор $F_{20,}$ который косвенно характеризуется показателями X_{20}, X_{23} и X_{19}. В целом характер видоизменения F_{20}, на мой взгляд, сходится с направлениями изменения потребности населения сельской местности в поездках.

Формирование потребности населения сельской местности в поездках характеризуется факторами совершенствования F_{21}. Косвенным показателем при этом используются X_{23} и X_1. Этот показатель приводит к понижению

потребности населения сельской местности в услугах пассажирского автомобильного транспорта.

Нужно заметить, что F_{22} может косвенно отражать X_3 и X_2, рост влияния которого, на мой взгляд, обусловливает снижение потребности населения сельской местности в услугах пассажирского автотранспорта.

Другим фактором, формирующим потребности населения сельской местности в поездках, является F_{23}, который косвенно отражает X_{25} и X_2. В целом линия изменения этого фактора, не соответствует направлению изменения подвижности населения сельской местности. Периодичность F_{24} косвенно отражается на X_{29}, X_1. Увеличение - F_{24} способствует уменьшению потребности населения сельской местности в услугах пассажирского автотранспорта. Фактор F_{25} является значимым фактором при формировании потребности населения сельской местности в услугах пассажирского автотранспорта. По итогам исследований работы [8] установлено, что жителями теплой климатической зоны совершаются поездки в среднем в 1,3 раза больше, чем холодной зоны, и в 1,2 раза, чем умеренной зоны.

Данные можно учитывать при проведении исследований в условиях Республики Таджикистан. Тем не менее, в данной работе предусмотрено проведение исследований почти для всех районов с равными природно-климатическими условиями.

Характер изменения данного фактора косвенно мною учтен как следствие изменения размеров показателя X_3. Важнейшее воздействие на формирование потребности населения сельской местности в услугах пассажирского автомобильного транспорта оказывает воздействие и фактор, характеризующий традиций, а также и другие обычаи - F_{26}, которые косвенно отражает X_{26} и X_2.

Влияние анализируемого фактора на степень потребности населения сельской местности в услугах пассажирского автотранспорта очень сложно, и поэтому в любом конкретном районе, влияние которого следует рассматривать отдельно. Так же из-за несовершенства способа сбора данных и из-за

информационной ограниченности, отсутствия данных в официальном виде – отдельные факторы не удалось непосредственно измерить.

В целом выявлены все 26 факторов, характеризующие формирование потребности населения сельской местности в услугах пассажирского автомобильного транспорта, которые были получены в результате обработки материалов проведенного экспертного опроса в Республике Таджикистан.

Должен заметить, что для характеристики уровня согласованности мнений экспертов использовали «коэффициент конкордаций W Кендала».

$$W=S/\ [1/12*n^2(m^3-m)-\ n\ \sum T],\ (1)$$

где

n- количество обследуемых факторов;

m - количество экспертов;

T - показатель объединенных рангов;

S - сумма квадратов разностей рангов (отклонений от среднего значения).

Для оценки статистической значительности коэффициента конкордаций W применяется значение χ^2 Пирсона, которое подчиняется χ^2 - распределению с количеством свободы (m-1). Оно рассчитывается по формуле:

$$\chi^2 = S/\ [1/12*n-\ m\ (m\ +1)\ -\ 1/n\ -1\sum T],\quad (2)$$

Для значительности коэффициента конкордаций W необходима и достаточна, чтобы подсчитываемое значение χ^2 Пирсона было больше табличного, установленного количеством уровней свободы (k= m-1), и степенью *m*- вертикальной вероятности *p*.

На основе расчета коэффициента конкордаций и испытания его значительности приобрели следующие результатов:

$$W= 0{,}54;\ \chi^2_{расч.}=198{,}7;\ \chi^2_{таб}\ (\alpha=0{,}07,\ k=m-1=25)=37{,}7;\ \chi^2_{расч}=198{,}7>\ \chi^2_{таб.}=37{,}7$$

В целом можно сформулировать вывод о том, что предположение о слаженности показаний экспертов, подсчитанное с помощью коэффициента

конкордаций W Кендала, не отклоняется. Между экспертами есть согласованность о важности отнятых факторов.

Подобным образом изучение и выделение факторов, характеризующих формирование потребности населения сельской местности в услугах пассажирского автотранспорта очень важны и для оценки удовлетворения спроса населения сельской местности и организации автотранспортного обслуживания в сельской местности Республики Таджикистан.

Литература:

1. Будрина Е.В. Проблемы формирования и управления развитием региональным рынком транспортных услуг/ Е.В. Будрина. – СПб.: СПбГИЭУ, 2002. -321 с.

2. Джалилов У. Дж., Раджабов Р.К. Выбор направлений совершенствования транспортного обслуживания сельского населения в Республике Таджикистан// Вестник ТТУ им. акад. М. С. Осими №3(31)-2015.-Душанбе. ТТУ, 2015.-С.155-161.

3. Джалилов У. Дж. Формирование и развития рынка сельских пассажирских автотранспортных услуг в условиях рыночной экономике (на матер. Респ. Тадж.): Дисс. ... канд. экон. наук. – Душанбе: 2016. - 170 с.

4. Леонтьев Р.Г. Формирование единой региональной транспортной системы/ Р.Г. Леонтьев. - М.: Наука, 1987.-152с.

5. Парахонский Б.М., Саболин В.А. Распределение пассажирских перевозок по видам транспорта и их районирование/Б.М. Парахонский, В.А. Саболин. - М.: Транс., 1989.-128с.

6. Раджабов Р.К., Хабибуллоев Х.Х., Ашуров К.Р. Формирования системы обеспечения устойчивого развития предпринимательской деятельности в сфере транспортных услуг: пробл. и регион. аспекты. Монография/ под ред. д.э.н., с.н.с. Рауфи А. – Душ.: «Ирфон», 2011.–204с.

7. Сангинов О.К. Пассажирский автотранспорт и социально-экономическое развитие горных регионов/ О.К. Сангинов. – Душ.: Ирфон, 1999.–70с.;

8. Сангинов О.К. Проблемы формирования и развития рынка транспортных услуг горных регионов/ О.К. Сангинов. – Душанбе.: Ирфон, 2002.–135с.

9. Ходжаев П.Д. Инновационное развитие рынка услуг пассажирского автотранспорта: сост., пробл. и перс. монография/Под общ.ред. д.э.н., проф. Раджабова Р.К. –Душ.: Ирфон, 2016.–416 с.

10. Ходжаев П.Д. Организационно-экономические аспекты функционирования рынка услуг пассажирского автотранспорта в Республике Таджикистан: Дисс. ... канд. экон. наук.–Душ.: 2006.-184с.

ТАҲҚИҚИ ОМИЛҲОИ БА ТАШАККУЛИ ЭҲТИЁҶОТИ АҲОЛИИ ДЕҲОТИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН НИСБАТИ ХИЗМАТРАСОНИҲОИ НАҚЛИЁТИ МУСОФИРБАР ТАЪСИРКУНАНДА

У.Ҷ. Ҷалилов, Ф.М. Юнусов

Дар мақола асосҳои назариявии ташкили мақсадноки нақлиёти мусофирбари аҳолии деҳот дар шароити муосир таҳқиқ карда мешавад. Таҳлили омилҳои минтақавӣ, ки зарурати аҳолии деҳотро барои сафар, инчунин нишондиҳандаҳои омилҳои минтақавие, ки зарурати аҳолии деҳотро муайян мекунанд, таҳлил карда мешавад. Мутақобилаи бевосита ва ғайримустақими байни омилҳои муайян ва системаи нишондиҳандаҳо, ки ниёзҳои сокинони деҳотро барои хизматрасонии нақлиёти мусофирбар муайян намудаанд ва омилҳои муҳимтарини ташаккули талаботи аҳолии деҳот барои хизматрасонии нақлиёти мусофирбар дар Ҷумҳурии Тоҷикистон муайян карда шудаанд.

Калимаҳои калидӣ: хадамоти нақлиётӣ, нақлиёти мусофирбар, роҳ, аҳолии деҳот, талабот.

INVESTIGATION OF THE FACTORS INFLUENCING THE FORMATION OF THE NEEDS OF THE RURAL POPULATION OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN IN THE SERVICES OF PASSENGER MOTOR

U.D. Jalilov, F.M. Yunusov

The theoretical bases of rational organization of transport service by passenger motor transport of rural population in modern conditions are studied in the article. An analysis of the regional factors that shape the rural population's need for travel, as well as the indicators of regional factors that shape the rural population's need for travel are analyzed. The direct and indirect correlation between the identified factors

and the system of indicators that form the rural residents' need for passenger motor transport services has been identified, and the most important factors characterizing the formation of the rural population's demand for passenger road transport services in the Republic of Tajikistan have been identified.

Keywords: transport services, passenger motor transport, routes, rural population, demand.

Сведения об авторах:

Джалилов Умарджон Джамилович – к.э.н., старший преподаватель кафедры «Организация перевозок и управление на транспорте». E-mail: umar.dtt.2002@bk.ru, тел.: +992935166444.

Юнусов Фаридун Маъруфович – старший преподаватель кафедры «Организация перевозок и управление на транспорте», автор более 70 научно-методических работ. E-mail: fariduny@mail.ru, тел.: +992935272141.

К ВОПРОСУ РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ПАССАЖИРСКОГО АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА В ХАТЛОНСКОЙ ОБЛАСТИ

М.И. Исмоилов

(Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими)

В данной статье приведены анализ роста населения, повышение его благосостояние, интенсивное развитие производственных сил, подвижность населения и степень удовлетворения потребности населения в транспортных услугах по регионам Республики Таджикистан. Также отмечены направления повышения эффективности работы пассажирского автотранспорта и его конкурентоспособности на внутреннем рынке транспортных услуг в Хатлонской области в перспективном периоде. В целом в статье рассматриваются анализ рынка услуг пассажирского автомобильного транспорта в Хатлонской области и критерии формирования и развития государственного общественного пассажирского автомобильного транспорта.

Ключевые слова. *Пассажирский транспорт, подвижность населения, развитие рынка услуг, регион, частный сектор, государственный сектор, маршруты, основные показатели, конкурентоспособность и экономика.*

После распада Советского Союза Республика Таджикистан также как и другие страны, бывшего СССР оказалась в положении неопределенности развития отраслей народного хозяйства.

Переход от планового к децентрализованному товародвижению и ликвидация при этом ранее отлаженной госснабовский системы материально-технического снабжения с мощными оптовыми базами, во всех странах бывшего СССР привели к разрыву ранее сложившихся связей между хозяйственными субъектами экономики.

Это не могло в итоге не повлиять на эффективность работы различных отраслей народного хозяйства, в том числе рынка услуг пассажирского автомобильного транспорта.

Как известно, после распада Союза в республике произошел резкий спад промышленного и сельскохозяйственного производства. Одной из причин такого спада стал уход материально-технического снабжения из системы межхозяйственных связей [1].

В 2007 году 16 мая под №464 был принят Закон Республики Таджикистан «О приватизации государственной собственности». Согласно принятому закону объектами приватизации являются все виды имущества государственных предприятий, предназначенные для его деятельности, а также право землепользования на земельные участки, на которых они расположены, право требования, долги, исключительные права, принадлежащие предприятию как юридическому лицу.

Транспортная отрасль, являясь важным и связующим звеном между отраслями народного хозяйства, также оказалась в состоянии неопределенности. Как известно, в то время почти все АТП являлись государственной собственностью.

Процесс приватизации охватывал и транспортную отрасль. Многие АТП приватизировались, на рынке услуг пассажирского автомобильного транспорта появились новые транспортные компании, различной формы собственности. Новыми транспортными предприятиями начался поиск новых способов снабжения.

Для замены разрушенной централизованной системы материально-технического снабжения в экономике страны начали внедряться децентрализованные новые системы - прямые связи, посредники и др.

Начавшиеся реформы существенно изменили условия работы транспорта и характер спроса на транспортные услуги. В первое десятилетие реформ на транспорте были проведены базовые структурные и институциональные преобразования. По Хатлонской области в настоящее время потребность населения на услуги пассажирских перевозок удовлетворяют предприятия автомобильного транспорта частного сектора. Пассажирский автомобильный транспорт является основным и наиболее распространенным видом пассажирского транспорта Республики Таджикистан.

Ему принадлежит ведущая роль в обеспечении транспортных потребностей населения. Развитие пассажирского автомобильного транспорта в целом является важной проблемой комплексной программы развития транспортной системы региона.

Ее решение зависит от степени совершенства и обоснованности перевозочного процесса, совершенствования схем размещения его предприятий и рационализации структуры автопарка.

В Республике Таджикистан площадью 142.6 тыс. кв. км и населением около 8.4 млн. человек расположено 18 городов, 57 поселков городского типа, 58 районов и 370 сельских джамоатов [3]. В Хатлонской области, площадь которой составляет 24,6 тыс. км, а население – 3,05 млн. человек, имеется соответственно 4 города, 21 поселок городского типа, 24 района и 133 джамоата.

Систему пассажирского автомобильного транспорта в Хатлонской области формируют: автобусные маршруты регулярных перевозок по установленному тарифу.

Протяженность автобусной маршрутной сети составляет около 9,9 тыс. км. Парк автотранспортных средств насчитывает 1612 автобусов различной вместимости, из которых в эксплуатации находятся 882 автобуса.

В настоящее время в Хатлонской области для транспортного обслуживания населения функционируют 32 автотранспортных предприятия, в том числе 16 предприятий в зоне Кургантюбе и 14 – в зоне Куляба, которые насчитывают от 2-х до 114 единиц различных видов автобусов (табл. 1).

Таблица 1.

Количество автотранспортных предприятий и количество автобусов в них по Республике Таджикистан

№	Наименование города, области	Количество автотранс-портных предприятий	Количество автобусов, единиц
1.	г. Душанбе	117	4495
2.	Согдийская обл.	71	3932
3.	Хатлонская обл.	30	755
	в т.ч. Кургантюбинская зона	16	312
	Кулябская зона	14	443
4.	РРП	21	1410
	в т.ч. Гиссарская зона	13	989
	Раштская зона	8	421
5.	ГБАО	3	120
	Всего в РТ	242	10712

Если в Таджикистане в среднем на одно автотранспортное предприятие приходится 44, 26 единиц автобусов, то в Хатлонской области – приходится 25,16 единиц автобусов.

Транспортное обслуживание населения в Хатлонской области осуществляется автобусами и микроавтобусами разной вместимости и легковыми автомобилями. В Хатлонской области функционируют 20 пассажирских терминалов, в том числе 13 – в Кургантюбинской зоне и 7 – в Кулябской зоне. Автобусные перевозки пассажиров осуществляются по 197 маршрутам. Количество автобусных маршрутов по видам в Хатлонской области приведены в таблице 2. Как видно из таблицы, в области транспортное

обслуживание организуется по 19 городским, 127 пригородным и 51 междугородным маршрутам.

Таблица 2.

Количество автобусных маршрутов по видам в Хатлонской области

№	Виды автобусных маршрутов	Кургантюбинская зона	Кулябская зона	Хатлонская область, всего
1	Городские	14	5	19
2	Пригородные	74	53	127
3	Междугородные	28	23	51
	Всего	116	81	197

Численность пассажирских автотранспортных средств по видам в этой области и соответственно их доля в общих показателях по Республике Таджикистан приведена в таблице 3. Из данных, приведенных в таблице, следует, что:

-всего в Хатлонской области насчитывается 1612 единиц автобусов, что составляет почти 10% от общей численности автобусов по Республике Таджикистан;

-всего 54,7% автобусов от общей численности находятся в эксплуатации, т.е. 882 единицы и из этого количества только 27,1% автобусов являются лицензируемыми, в то время когда по республике 80 % эксплуатируемых автобусов являются лицензируемыми;

-23,17% общей численности легковых автомобилей в республике приходится на Хатлонскую область, т.е. 85884 единицы, из них 72,2% приходится на Кургантюбинскую зону и 27,8% - на Кулябскую зону. Из общей численности легковых автомобилей Хатлонской области 87,6% находятся в эксплуатации;

-если по республике доля лицензируемых легковых автомобилей в общей численности легковых автомобилей, находящихся в эксплуатации, составляет 4,5%, то в Хатлонской области она составляет 6,7%, а в Кулябской зоне - 16,1%, что 3,58 раза больше чем в среднем по республике.

Необходимо отметить, что в последние годы резко возросли темпы увеличения численности индивидуального автотранспорта. Индивидуальное

обслуживание позволяет представить максимум удобств при совершении поездки. Легковой автомобиль экономит время и силы пассажиров, служит символом их социального положения. С другой стороны, перевозки легковыми автомобилями по сравнению с автобусами характеризуются повышенными затратами и обостряют ряд проблем, в том числе ухудшают экологическую обстановку [2]. Как свидетельствуют данные, приведенные в таблице 4 численность индивидуального автотранспорта, т. е. легковых автомобилей стремительно увеличивается, в то время когда численность автобусов уменьшается. В Хатлонской области за период с 2000-2016 гг. если численность автобусов уменьшилась на 53,4%, то численность легковых автомобилей увеличилась в 5,51 раза.

Рост населения, повышение его благосостояния, интенсивное развитие производственных сил увеличивают подвижность населения, вызывают необходимость в постоянном наращивании объемов пассажирских перевозок. Анализ объёма перевозок пассажиров, пассажирооборота и средней дальности поездки пассажира (таблица 5) за период с 2000 по 2016 гг. свидетельствуют о следующем:

-за анализируемый период объём перевозок пассажиров по Республике Таджикистан возрос в 4,62 раза, а пассажирооборот в 6,39 раза, чему способствовало небольшое увеличение средней дальности поездки одного пассажира;

-по Хатлонской области объём перевозок возрос почти в 4 раза, однако пассажирооборот в 13,37 раза, т.е. темп его роста в 2,1 раза выше, чем темп роста этого показателя по республике. Такой темп роста пассажирооборота по Хатлонской области достигнут за счет резкого увеличения средней дальности поездки одного пассажира. Этот показатель за период с 2000 по 2016 гг. возрос с 4,13 км до 13,99 км, т.е. в 3,4 раза.

Таблица 3.

Численность пассажирских автотранспортных средств по видам в Хатлонской области и их доля в общих показателях по Республике Таджикистан

№	Показатели	Республика Таджикистан	Хатлонская область	Кургантюбинская зона	Кулябская зона	Доля численности тр. ср. Хатлона в показателях РТ
1	Общая численность автобусов, ед.	16186	1612	863	749	9,96
2	Численность автобусов в эксплуатации, ед.	11506	882	839	43	7,66
3	Численность лицензируемых автобусов, ед.	9202	239	210	29	2,6
4	Общая численность легковых автомобилей, ед.	370711	85884	62009	23875	23,17
5	Численность легковых автомобилей в эксплуатации, ед.	270039	75234	57732	17592	27,8
6	Численность лицензируемых легковых автомобилей, ед.	12275	5033	2200	2833	41,0

Таблица 4.

Динамика изменения численности автотранспортных средств по Хатлонской области

№	Показатели	2000	2005	2010	2015	2016	2016/2000
1	Численность автобусов, ед.	3461	2302	2240	1692	1612	46,6
2	Численность легковых автомобилей, ед.	15580	28050	56729	84386	85884	5,51 р.

Таблица 5.

Основные показатели транспортной работы

№	Показатели	2000	2005	2010	2015	2016	2016/2000
Республика Таджикистан							
1	Объём перевозок пассажиров, млн. пассажиров	119,9	378,9	526,6	548,3	554,0	4,62 раза
2	Пассажирооборот, млн. пас.* км	1056,0	5313,2	7029,0	7096,7	6752,7	6,39 раза
3	Средняя дальность поездки одного пассажира, км	8,8	14,02	13,34	12,94	12,18	1,38 раза
Хатлонская область							
1	Объём перевозок пассажиров, млн. пассажиров	18,4	26,6	53,0	59,7	72,6	3,94 раза
2	Пассажирооборот, млн. пас.* км	76,0	971,0	638,1	946,6	1016	13,37 раза
3	Средняя дальность поездки одного пассажира, км	4,13	36,5	12,04	15,85	13,99	3,4 раза

Следует отметить, что в современных условиях в Хатлонской области, несмотря на достигнутые масштабы развития пассажирского автомобильного транспорта, степень удовлетворения потребностей населения, особенно сельского, в его услугах остается недостаточной. Наблюдаются значительные потери времени населения на передвижение, требуют улучшения регулярность и частота движения на различных маршрутах.

На наш взгляд, для удовлетворения потребности населения к транспортным услугам по количественным, качественным и экономическим параметрам необходимо сдерживать рост тарифов и развития общественного пассажирского автомобильного транспорта в регионе [1]. Основными способами снижения роста тарифов и предоставление качественного транспортного обслуживания населению в регионе является создание общественного пассажирского автомобильного транспорта, при создании которых следует учитывать следующие моменты:

-привлечение иностранных и отечественных инвестиций по развитию государственного общественного транспорта;

-создание государственное ПАТП в регионе приводит к добросовестной конкуренции рынка услуг пассажирского автомобильного транспорта;

-частные автотранспортные предприятия, обслуживающие пассажиров, прежде всего, обращают внимание на получение прибыли, а не на регулярность движения;

-отмена регулирования тарифов сопряжена с риском резкого повышения платы за проезд, а сохранение регулирования приведет к ухудшению транспортного обслуживания населения;

-конкуренция часто оказывается недостаточной, недобросовестной и в итоге приводит к снижению качества транспортного обслуживания населения, так как в регионе функционируют частные автотранспортные предприятия;

-заключение контрактов на транспортное обслуживание на конкурсной основе является достаточно эффективным средством создания конкуренции.

К направлениям повышения эффективности работы пассажирского автотранспорта и его конкурентоспособности на внутреннем рынке транспортных услуг в Хатлонской области можно отнести следующие:

-пополнение парка автобусов, пользующихся спросом, как по конструкции, так и по вместимости, в том числе таким способом кредитования государственных автотранспортных предприятий, как лизинг;

-создание правовых условий, стимулирующих приобретение транспортных средств, комплектующих и материалов на уровне требований республиканских стандартов;

-введение унифицированных форм первичного учета перевозок для всех субъектов рынка транспортных услуг в целях обеспечения добросовестной конкуренции, а также системы контроля со стороны заинтересованных органов государственного управления и регулирования;

-совершенствование технической основы и базы пассажирского автотранспорта с разработкой типовой документации;

-использование прогрессивных перевозочных процессов;

-повышение безопасности дорожного движения и экологической безопасности автотранспорта;

-модернизация систем сертификации и лицензирования;

-государственная поддержка пассажирской транспортной деятельности;

-повышение конкурентоспособности экономики и автотранспорта в регионе за счёт формирования эффективной кластерной политики.

Наиболее эффективным средством обеспечения конкурентоспособности территорий в области пассажирского автомобильного транспорта является образование государственных форм собственности, которые приводят к созданию особой формы инновации. А также предлагается кластеризация частного сектора пассажирского автомобильного транспорта. Кластерная политика – система государственных мер и механизмов поддержки кластеров, обеспечивающих повышение конкурентоспособности регионов, предприятий, входящих в кластер, а также обеспечивающих внедрение инноваций [5].

Литература:

1. Бобиев Р.С., Исмоилов М.И. Тариф как механизм регулирования услуг пассажирского транспорта в г. Душанбе // Вестник ТТУ им академика М.С.Осими, справка №4/(39) //Душанбе, 2017. С. 125-135.

2. Р.С. Бобиев., М.Х. Муминов, М.И. Исмоилов. К вопросу применения информационных систем на автотранспортных предприятиях Республики Таджикистан // ТТУ им. академика М.С.Осими // Материалы республиканской научно-практической конференции // Проблемы развития транспортной системы Республики Таджикистан. Душанбе, 2012-167с

3. Спирин И.В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками. Москва, 2003. -398с

4. Таджикистан: 25 лет Государственной независимости. Статистический сборник. Душанбе, 2016.- 520 с.

5. Яшева Г.А. Кластерная концепция повышения конкурентоспособности предприятий в контексте сетевого сотрудничества и государственно-частного партнерства: монография. – Витебск: УО «ВГТУ», 2010. – 373 с.

МАСЪАЛАИ РУШДИ НАҚЛИЁТИ МУСОФИРБАРИ ҶАМЪИЯТИИ ИСТИФОДАИ УМУМ ДАР ВИЛОЯТИ ХАТЛОН

М.И. Исмоилов

Дар мақолаи мазкур таҳлили афзоиши аҳолӣ, беҳтар шудани сатҳи некӯаҳволӣ, рушди истеҳсолот, мутаҳаррикии аҳолӣ ва талаботи нақлиётӣ дар самти мусофирбарӣ дар вилояти Хатлон оварда шудааст. Ҳамчунин роҳҳои баланд бардоштани самаранокии кори нақлиёти мусорфирбари автомобилӣ ва таъмини рақобатнокӣ дар ояндаи наздик дар минтақа таҳлил гардидааст. Дар хулосаи мақолаи мазкур таҳлили бозори хизматрасонии нақлиёти мусофирбар дар вилояти Хатлон ва омилҳои ташаккулёбӣ ва рушди нақлиёти автомобили мусофирбари ҷамъиятии давлатӣ пешниҳод гардидааст.

Калимаҳои калидӣ: нақлиёти мусофирбар, мутаҳаррикии аҳолӣ, рушди бозори хизматрасонӣ, минтақа, сектори хусусӣ, сектори давлатӣ, масир, нишондиҳандаҳои асосӣ, рақобатнокӣ ва иқтисодиёт.

TO THE QUESTION OF DEVELOPMENT OF PUBLIC PASSENGER AUTOMOBILE TRANSPORT IN KHATLON REGION

M.I. Ismoilov

This article analyzes the growth of the population, increasing its welfare, the intensive development of productive forces, the mobility of the population and the need for transportation services across the regions of the Republic of Tajikistan. The directions of increasing the efficiency of the work of passenger motor transport and its competitiveness in the domestic market of transport services in Khatlon region in the prospective period were also noted. In this article we have discussed about the analyses of transportation services in Khatlon province and we have described the establishment and foundation of social governmental automobile system and its improvement.

Keywords: passenger transport, mobility of the population, development of the services market, region, private sector, public sector, routes, key indicators, competitiveness and economy.

Сведения об авторе:

Исмоилов Махмуд Исокович – старший преподаватель кафедры «Организация перевозок и управление на транспорте», автор более 25 научных работ.

Контактная информация: тел: 919140113, электронная почта mahmud_7@inbox.ru

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПОЕЗДА НА ТЯГОВОМ ПЛЕЧЕ ДУШАНБЕ-КУЛЯБ

С. Мавлонов, Н.Б. Сахибов

(*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*)

В данной статье рассмотрен и проведен анализ, рассмотрено значение фактического расхода и нормы расхода топлива, который показывает достоинства и недостатки управления локомотивом в поездке, также

рассчитано значение коэффициента полезного действия и коэффициента организации движения на тяговом плече Душанбе-Куляб.

Ключевые слова: *тепловоз, нормы, режим, движение, мощность, машинист, анализ, коэффициент полезного действия.*

В эксплуатации основным показателем качества управления поездом является удельная норма расхода топлива. Разница значений фактического расхода и нормы показывает достоинства и недостатки управления локомотивом в поездке. Это простой, не требующий больших расчетов, но давно не удовлетворяющий современным требованиям способ [1].

Такая оценка была бы достаточной, если бы управление движением поездов осуществлялось в одинаковой поездной обстановке, временных и погодных условиях, на одном подвижном составе. В реальности это невозможно, поэтому требуется более совершенный дифференцированный подход к оценке качества управления поездом и организации движения на участках обращения локомотивов.

Решение уравнения энергетического баланса относительно коэффициента ***k*** по данным экспериментальной поездки позволяет получить универсальную характеристику движения поезда в любом из режимов тяги, выбега, торможения [2]. Так как профиль пути на изучаемом участке Душанбе – Куляб известен и постоянен, то можно не учитывать его влияние на ***k*** при данном анализе энергозатрат. После обработки и расчета полученных данных по графику движения поездов, маршрутных листов и скоростимерной ленты тепловозов получаем результат в виде табличных значений.

Значениями ***k*** показывает количество удельной затраченной поездом мощности на данном перегоне. Наглядное представление удельных затрат мощности позволяет выполнять сравнительный анализ движения поездов, поиск резервов по экономии топлива, вырабатывать наиболее общие рекомендации по выбору стратегии управления поездами на конкретных тяговых участках [3].

На основе данных экспериментальных поездок на участке Душанбе – Куляб с пассажирскими составами (таблица 1), покажем механизм расчета и применения предлагаемого коэффициента полного трения-сопротивления для анализа потребления поездом (тепловозов) топлива.

В целом за поездку основные режимы движения поезда характеризуются показателем средней величины:

$$\overline{k} = \sum_{j=1}^{n} (k_j \Delta S) / \sum_{j=1}^{n} \Delta S_j , \quad (1)$$

где $\boldsymbol{k}$ - значение коэффициента полного трения-сопротивления движению на j-ом элементарном отрезке пути; - длина j-ого элементарного отрезка пути, пройденного в изучаемых режимах. Поездки намеренно проводились на поездах, движущихся по различному расписанию (Таблица 1, графа 1), имеющих разные массы и типы вагонов. Расход энергии поездами - $\boldsymbol{e}$ (Таблица 1, графа 2) представлен в виде удельной величины (на тонну веса поезда) для возможности сравнения. Рассчитанные по формуле (1) значения $\boldsymbol{k}$ (Таблица 1, графа 3) характеризуют среднюю полную удельную силу сопротивления движения поезда на протяжении всего тягового участка; включают в себя затраты на преодоление сил основного и дополнительного сопротивления движению, потери, связанные с КПД локомотива и всеми торможениями. Значения $\boldsymbol{k}$**,** пропорциональные значениям с точностью определения $\Delta E_V , \Delta E_h$, содержат ту же информацию.

Полученные средние значения коэффициента полного трения-сопротивления для режима выбега ($\boldsymbol{k_B}$) для всего плеча по формуле (1).

Характеризуют внутреннее сопротивление составов (отражающие конструкцию и техническое состояние) и силы их взаимодействия с окружающей средой движения. Они представлены в таблице 1, графе 4 и имеют разные значения, обусловленные вышеуказанными причинами. Так как средние скорости движения по поездкам имеют отличие не более 2%, то позволяют вести сравнительный анализ. Отношение показателей $\boldsymbol{k}$ и $\boldsymbol{k_B}$ показывает во сколько раз расход энергии в исследуемой поездке выше по сравнению с идеализированной поездкой данного поезда (без торможений и 100% КПД локомотива). Это

отношение характеризует мошность, потерянную при торможениях и в режиме тяг - но имеет в себе неопределенность, связанную с влиянием массы поезда, КПД тепловоза и поездной ситуации.

Таблица 1.

Расчетные данные экспериментальных поездок

Поезд	e, кВт/ч	k, Н/т	$k_В$, Н/т	$k_к$, Н/т	$k_Т$, Н/т
1	2	3	4	5	6
62	4200	52	32	37	49
27	4100	52	32	37	48
88	3600	50	28	35	46
79	3800	47	31	37	46

Для того чтобы практически избавиться от влияния $k_п$ и ошибки при определении массы поезда, вычисляются коэффициенты полного трения-сопротивления ($\boldsymbol{k_к}$) на выбранных контрольных отрезках пути исследуемых участков, где движение осуществляют практически всегда без торможений, почти с постоянной скоростью и не зависит от стиля управления поездом. Различность значений ($\boldsymbol{k_к}$), кроме точности измерения, обусловлено разным сопротивлением составов и техническим состоянием тепловоза [3].

Отношение $k/k_к$ позволяет характеризовать организацию движения поезда, возможность выполнения машинистом поезда графика движения согласно установленным предупреждениям на ограничение скорости и поездной ситуации. Назовем это отношение коэффициентом организации движения:

$$f_д = k/k_к, \quad (2)$$

Рассчитанные значения $f_д$ представлены в диаграмме 1. Чем лучше организовано движение данного поезда на тяговом плече, тем ниже потери энергии, обусловленные как вынужденными торможениями, так и дополнительными разгонами состава. Предлагаемый коэффициент организации движения дает другое представление о качестве использования электроэнергии. Так, к примеру, показатель ***e*** определяет самое неэффективное использование энергии при движении поезда 62, а эффективное - у поезда 79. Показатель $f_д$=1,27 характеризует поездку с поездом 62 как лучшую, а $f_д$=1,43 у поезда 27 как самую неэффективную. Таким образом, коэффициент позволяет

характеризовать с энергетической стороны организацию движения в данной поездке службами, участвующими в этом процессе.

Индивидуальное мастерство машиниста заключается в его умении эффективно управлять поездом в режиме тяги и торможения при соблюдении графика движения и всех ограничений скорости. Следовательно, критерием оценки мастерства машиниста могут быть потери энергии поезда в этих режимах [4]. При работе тяговых двигателей часть потребляемой электроэнергии теряется в устройствах тепловоза и определяется коэффициентом полезного действия ($k_п$). Используя уравнение энергетического баланса ($\Delta W_B = \Delta E_V + \Delta E_h + kM_П \Delta S$) и данные экспериментальных поездок, вычислены средние коэффициенты полного трения-сопротивления для тягового режима ($k_Т$). Они характеризуют дополнительные потери, связанные с КПД тепловоза, и затраты на преодоление всех сил сопротивления движению (диаграмма 1). Так как средние скорости движения в режиме тяги и выбега не отличаются более чем на 5 %, то в инженерных расчетах отношением значений $\boldsymbol{k_B}$ и $\boldsymbol{k_T}$ можно определить средний развиваемый в данной поездке эксплуатационный коэффициент полезного действия:

$$k_п = k_B / k_Т \quad (3)$$

характеризующий управляющую деятельность машиниста при наборе позиций контролера, в плане рациональности режима движения на данном тепловозе в данных эксплуатационных условиях.

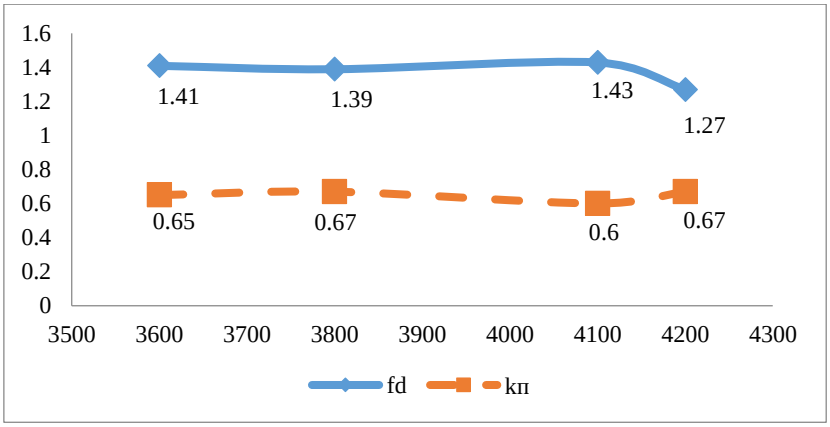


Рисунок 1 – Диаграмма изменения коэффициента полезного действия и коэффициента организации движения от мощности локомотива на тяговом плече Душанбе – Куляб

Такой показатель более объективно позволяет оценить мастерство машиниста, (4) к примеру, определяя поездку с поездом 62 ($k_п$ =0,67) как лучшую.

Расчет значений ($k_п$) можно вести для любого отрезка пути, где поезд движется в режиме тяги и известны все необходимые для этого величины. Проведенные анализы показывают, что на отдельных участках ($\boldsymbol{k_п}$) тепловоза достигают паспортных значений 0,83…0,86.

Следовательно, имеется реальная возможность снижения дополнительных затрат мощности, связанных с КПД на 5…10%.

Литература:

1. Хасин Л.Ф., Матвеев Б.Н. Экономика, организация и управление локомотивным хозяйством. М., УМК МПС России, 2002г., 245с.

2. Анализ технического состояния тепловозов и дизель-поездов федерального железнодорожного транспорта РФ за 1997, М., 45 с.

3. Анализ технического состояния тепловозов и дизель-поездов за 1995 г. На железных дорогах РФ М., 1996 г., 133 с.

4. Мавлонов С., Практическое применение системы эксплуатации локомотивов. Вестник ТТУ №3(31), 2015 г. с 148-151.

ХУСУСИЯТҲОИ ИДОРАКУНИИ ҚАТОРАҲО ДАР ҚИТЪАИ РОҲИ ОҲАНИ ДУШАНБЕ – КӮЛОБ

С. Мавлонов, Н.Б. Сахибов

Дар мақолаи мазкур сарфи воқеӣ ва меъёрии сӯзишворӣ дар қатораҳо дида баромада, таҳлил карда шудаст, ки афзалиятнокӣ ва нуқсонҳои идоракунии қатораро нишон медиҳад. Ҳамчунин коэффитсиенти амали муфид ва коэффитсиенти ташкили ҳаракати қатораҳо дар қитъаи роҳи оҳани Душанбе – Кӯлоб ҳисоб карда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: тепловоз, меъёр, тартибот, ҳаракат, тавоноӣ, машинист, таҳлил, коэффитсиенти амали муфид.

FEATURES OF TRAIN CONTROL ON TRACTION SHOULDER DUSHANBE – KULOB

C. Mavlonov, N.B. Sahibov

This article describes and analyzes the values of the actual consumption and the rate of fuel consumption, which shows the advantages and disadvantages of locomotive control in the trip, also calculated the value of the coefficient of efficiency and the coefficient of traffic organization on the traction arm Dushanbe-Kulob.

Keywords: locomotive, norms, mode, movements, power, driver, analysis, efficiency.

Сведение об авторах:

Мавлонов Сафарали – к.т.н., доцент, автор 29 научных и научно-методических работ, 4 авторских свидетельств. Область научных интересов – эксплуатация и ремонт локомотивов железнодорожного транспорта.

Сахибов Нурулло Бобоевич – к.т.н., доцент кафедры «Техническая эксплуатация воздушного и железнодорожного транспорта» ТТУ имени академика М.С. Осими, автор 30 научных работ и 2 авторских свидетельств. Область научных интересов: топливо-смазочные материалы и экология.

РАЦИОНАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЯ ПУТЕМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗАТРАТ НА ЗАПАСНЫЕ ЧАСТИ

Б.Ж. Мажитов, М.Ю. Юнусов, Н.Б. Сахибов, С. Хамиджонов

(Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими)

В статье предложен метод, позволяющий прогнозировать затраты на запасные части в процессе технической эксплуатации автомобилей, который позволяет рассчитывать удельные расходы запасных частей по интервалам наработки, устанавливать норму расхода запасных частей по моделям автомобилей и рационально управлять процессом технической эксплуатации автомобилей.

Ключевые слова: *транспорт, автомобиль, техническая эксплуатация, управление, прогнозирование, запасные части.*

Для любого промышленно развитого государства основой экономики является развитая транспортная система. Сегодня ни одно производство не может стабильно развиваться без пространственного перемещения сырья, комплектующих, средств труда, готовой продукции и рабочей силы. Именно транспортная система даёт возможность обеспечивать быстро, удобно и комфортно это перемещение, создавая объективные условия для непрерывного функционирования производства, комплексного и взаимосвязанного развития всех его секторов. В конечном итоге транспорт, доставляя готовую продукцию труда потребителям, завершает процесс материального производства, а перевозя пассажиров наряду с производственными процессами, решает и социальные проблемы. Доля транспортных затрат в себестоимости продукции в странах, где мало развита транспортная система, относительно высока и составляет 15...20% и более против 7...8% в странах с развитой транспортной системы и рыночной экономикой.

Среди подсистем транспортной системы, таких как железнодорожный, воздушный, водный, автомобильный и трубопроводный, автомобильный транспорт является ведущей составной частью и связующим звеном между всеми другими видами транспорта. Наступление «автомобильной эры» и ее бурное развитие во многом объясняется тем, что автомобиль – один из самых удобных и экономичных видов транспортных средств, что обусловлено высокой маневрированностью автомобильного транспорта, возможностью доставки грузов «от двери до двери» без дополнительных перегрузок в пути, а следовательно, высокой скоростью доставки и сохранностью грузов. Роль и значение автомобильного транспорта в жизни любого населенного пункта, в особенности больших городов, трудно переоценить. Именно поэтому на сегодняшний день по миру курсируют более 1 млрд. автомобилей и индекс среднего отношения количества автомобилей к числу проживающих на земле людей, составляет 1:7. При этом количество производимых автомобилей из

года в год увеличивается. Около 90 млн. автомобилей были произведены в 2014 году, когда в 2005 году эта цифра составляла всего 65 млн.

Сегодня в мировом масштабе автомобильным транспортом перевозится более 78% народнохозяйственных грузов и пассажиров. Это происходит из-за постоянного увеличения грузоперевозок и пассажирооборота как внутри каждого государства, так и между отдельно взятыми странами. С другой стороны, за последние годы во всех странах парк находящихся в эксплуатации автомобилей сильно изменился. Появилось большое количество автомобилей иностранного производства, различных марок, имеющих определенную специфику конструкции систем, отличающихся по устройству, принципу действия и особенностям обслуживания их элементов, что создает определенные трудности при организации ТО и Р автомобилей. При этом содержание в исправном состоянии автомобилей производства стран дальнего зарубежья создает дополнительные трудности при определении сроков проведения технических воздействий.

В связи с этим, на первый план обеспечения безопасности и повышения качества перевозок выступает своевременное выполнение регламентных работ по ТО и Р автомобилей с минимизацией затрат на запасные части и эксплуатационные материалы.

Общеизвестно, что рост парка автомобильного транспорта предъявляет повышенные требования к функционированию и развитию системы технического обслуживания автомобилей, для решения которых требуется научный подход и значительные материальные затраты. В результате последних достижений науки автомобильная промышленность достигла большого прогресса. Повысилась надежность и ресурс безотказной работы автомобилей. Нормативные пробеги автомобилей до очередных регламентных технических воздействий только для автомобилей российского производства увеличились более в 1,5 раза, улучшается топливная экономичность автомобилей, снижается трудоемкость технического обслуживания и текущего ремонта. Имеет тенденция к повышению динамичности автомобилей с

одновременным улучшением экономических и экологических характеристик двигателя. В то же время, современный автомобиль напичкан огромным количеством электронных приборов, проводов и деталей, что усложняет процесс их ТО и Р.

Сегодняшний автомобиль не обычное средство передвижения, он уже представляет собой сложную систему, совокупность совместно действующих элементов – составных частей, обеспечивающих выполнение ее функций, изготовленную из различных материалов, с высокой точностью обработки поверхностей деталей. Эксплуатация автомобилей осуществляется в различных дорожных и климатических условиях, что связано с влиянием на него различных механических, физических и химических факторов, обуславливающих изменение его технического состояния.

Современный автомобиль среднего класса состоит из 17-25 тыс. деталей, из которых от 7,5 до 9 тыс. теряют свои первоначальные свойства при работе, причем около 3,5 тыс. деталей имеют срок службы меньше, чем автомобиль и являются объектом особого внимания системы технической эксплуатации автомобилей. Из них от 200 до 400 деталей «критических» по надежности, которые чаще других требуют замены, вызывают наибольший простой автомобилей, трудовые и материальные затраты в эксплуатации. У современных автомобилей примерно на 3 % номенклатуры запасных частей приходится от 42 до 50% общей стоимости потребляемых запасных частей; на 9% – от 82 до 90% и на 25 – от 94 до 98%.

Трудоемкость и объем материальных затрат на ТО и Р автомобиля за весь период эксплуатации многократно превышают трудовые и материальные затраты на его изготовление (табл. 1). Автомобиль расходует значительное количество запасных частей и материалов, используемых при ТО и Р, разнообразное технологическое оборудование, приспособления и оснастку. Установлено, что трудоемкость изготовления современного грузового автомобиля средней и большой грузоподъемности равна 120-150 нормо-ч, в то время как трудоемкость ее ТО и Р в зависимости от интенсивности

эксплуатации может составлять ежегодно от 400-900 нормо-ч., а структура трудовых затрат за весь период эксплуатации грузового автомобиля определяется следующими примерными соотношениями: техническая эксплуатация, включающая ТО и ТР составляет 91%, проектирование и изготовление 2% и капитальный ремонт автомобиля, агрегатов и восстановление деталей 7% от общих затрат. Согласно действующим нормативам, основная доля трудовых затрат на поддержание автомобиля в технически исправном состоянии связана с выполнением ТР (рис. 1).

Таблица 1.

Распределение ресурсов и средств за срок их амортизации при изготовлении, техническом обслуживании, текущем и капитальном ремонтах автомобиля, %

Технико-экономические показатели	Изготовление автомобиля	ТО	ТР	КР
Распределение расчетных капиталовложений по отдельным сферам (без учета стоимости подвижного состава)	11,4	84,4	-	4,2
Удельные соотношения затрат на изготовление автомобиля и дальнейшее поддержание его работоспособности за амортизационный срок	13,0	25,0	50,0	12,0
Распределение трудовых ресурсов за срок службы автомобиля	1,4	45,4	46,0	7,2
Расход металла за срок службы автомобиля	43,0	36,0	36,0	21,0

Более того, ежегодно естественно увеличивающийся возраст и количество эксплуатируемых автомобилей, сопровождающихся их старением, морально и физически устаревшим ремонтно-технологическим оборудованием, не всегда удовлетворительное качество ремонта и обслуживания, недостаточный профессиональный уровень специалистов по ремонту и другие причины вызывают дополнительные затраты на поддержание в исправном состоянии автомобилей и предопределяют увеличение потребления запасных частей (так для грузовых автомобилей при пробеге до 50 тыс. км – 12%; 100-150 тыс. км – 100%; 150-200 тыс. км – 166%; 300-350 тыс. км – 686%).

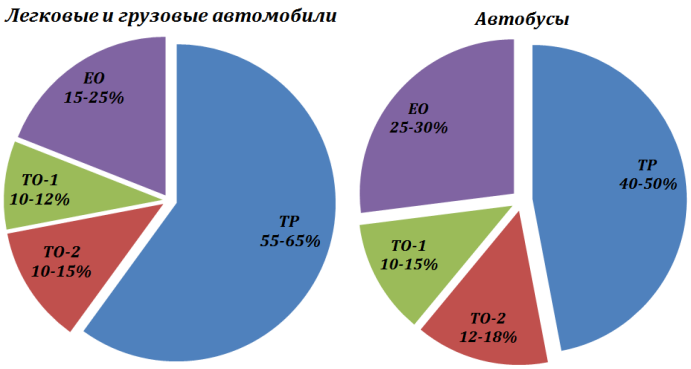


Рис. 1. Соотношение трудовых затрат на выполнение ТО и ТР

С учетом вышеизложенного, можно заключить, что за весь жизненный цикл автомобиля большие материальные и трудовые затраты приходятся именно на этапе их технической эксплуатации. Причем для разных марок и типов автомобилей, а также автомобилей различных производителей эти затраты очень сильно отличаются, при том, что потребитель ни-как не знает заранее весь объем этих расходов. Поэтому возникла необходимость в разработке методики, позволяющей прогнозировать расходы запасных частей для определенной наработки автомобилей. Зная эти расходы, можно управлять процессом технической эксплуатации автомобилей, запланировать объем трудовых и материальных ресурсов, сделать выгодный выбор при покупке автомобилей, определить процессы их правильной эксплуатации, выявить причины перерасхода и многое другое.

В реальных условиях эксплуатации в достаточной полной мере учету поддаются лишь затраты на запасные части и материалы. Но именно запасные части и материалы, как правило, лимитируют техническое состояние автомобиля. Имея в виду относительную стабильность соотношения между затратами на запасные части и другими эксплуатационными расходами, критерием, характеризующим нормальное использование ресурса, может быть расход запасных частей, как функция наработки. Поэтому для управления процессом использования ресурса следует рассчитывать удельные расходы запасных частей по интервалам наработки и рассматривать их в качестве норматива, при превышении которых автомобиль следует изъять из эксплуатации и выявить причину перерасхода.

Удельный расход запасных частей и материалов (экспериментальные данные) определяется уравнением:

$$С_{ЗЧ}^{экс}(L) = \frac{\sum_{i=1}^{L} \Delta C_{ЗЧi}}{N_0 \cdot \Delta L}. \quad (1)$$

где

N_0*-количество автомобилей в интервалах пробега,* $\sum_{i=1}^{L} \Delta C_{ЗЧi}$*-суммарная стоимость запасных частей в интервалах пробега (экспериментальные данные), в денежных единицах.*

Для выявления закономерности изменения точечные значения затрат аппроксимированы уравнением степенной функции вида:

$$С_{ЗЧ}^{теор}(L) = В \cdot L^{æ}, \quad (2)$$

или

$$lnС_{ЗЧ}^{теор}(L) = lnВ + æ lnL,$$

где

В – угловой коэффициент, в денежных единицах (долл., руб. или сомони)/1000^{n+1} *км;*

æ - показатель степени при пробеге.

Постоянные параметры В и æ определяются по методу наименьших квадратов из системы двух уравнений:

$$\begin{cases} lnB \cdot n + æ \cdot \sum_{i=1}^{n} lnL = \sum_{i=1}^{n} ln\, С_{ЗЧ}^{экс}(L) \\ lnB \cdot n + æ \cdot \sum_{i=1}^{n} lnL = \sum_{i=1}^{n} ln\, С_{ЗЧ}^{экс}(L) \end{cases} \quad (3)$$

где

n- число интервалов пробега.

Определители данной системы уравнения имеют следующий вид:

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} n & \sum_{i=1}^{n} lnL \\ \sum_{i=1}^{n} lnL & \sum_{i=1}^{n} (lnL)^2 \end{vmatrix};$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} \sum_{i=1}^{n} ln\, С_{ЗЧ}^{экс} & \sum_{i=1}^{n} lnL \\ \sum_{i=1}^{n} (lnL \cdot ln\, С_{ЗЧ}^{экс}) & \sum_{i=1}^{n} (lnL)^2 \end{vmatrix};$$

$$\Delta_3 = \begin{vmatrix} n & \sum_{i=1}^{n} ln\, С_{ЗЧ}^{экс} \\ \sum_{i=1}^{n} lnL & \sum_{i=1}^{n} (lnL \cdot ln\, С_{ЗЧ}^{экс}) \end{vmatrix};$$

На основе определителей рассчитываются значения B и æ:

$$В = \exp\left(\frac{\Delta_2}{\Delta_1}\right) = e^{\frac{\Delta_2}{\Delta_1}};$$

$$æ = \frac{\Delta_3}{\Delta_1}.$$

Подставляя полученные значения в формуле (2), можно получить теоретическую функцию, позволяющую вычислить теоретические затраты на запасные части для любых интервалов пробега.

На рис. 2 проиллюстрированы результаты расчетов конкретного примера в виде графика изменения прогнозируемого параметра $С_{ЗЧ}^{теор}(L)$ со сравнением с экспериментальными данными о расходе запасных частей $С_{ЗЧ}^{экс}(L)$. Из графика видно, что теоретическая функция полностью описывает экспериментальную функцию с небольшими отклонениями, но при этом теоретическая функция даёт возможность определить расходы на запасные части для любого пробега в интервале наработки.

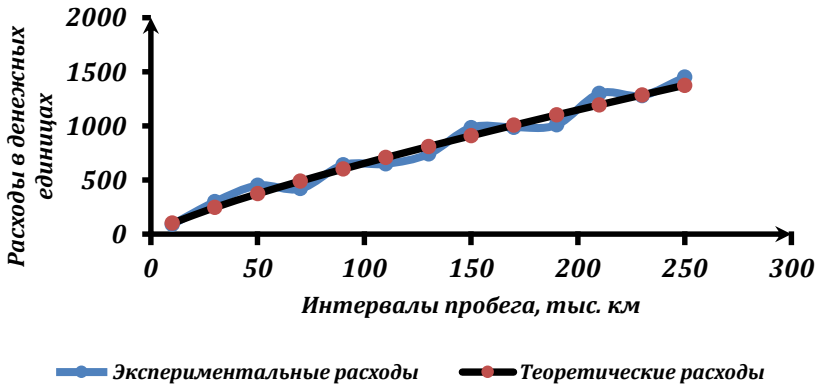


Рис. 2. График изменения прогнозируемого параметра $С_{ЗЧ}^{теор}(L)$ - расхода запасных частей с сравнением с экспериментальными данными о расходе.

Данная методика позволяет:

-рассчитывать расходы запасных частей по интервалам наработки и рассматривать их в качестве норматива;

-устанавливать норму расхода запасных частей по моделям автомобилей и соответствующий ей ресурс;

-рационально управлять процессом технической эксплуатации автомобиля;

-определять правильность процесса эксплуатации автомобилей и т.д.

Литература:

1. Техническая эксплуатация автомобиля. Учебник для ВУЗов / Под ред. Е.С. Кузнецова. –М: Наука, 2001. -535 с.

2. Малкин В.С. Техническая эксплуатация автомобилей. М: Академия, 2007. – 288с.

3. Турсунов А.А., Абдуллоев М.А. Влияние термодинамических параметров горной среды на энергетические показатели автотракторных двигателей внутреннего сгорания. – Душанбе, 2009. – 165 с.

4. Политехнический вестник. Серия инженерные исследования №1 (37)-2017. Б.Р. Фатхидинов / Совершенствование управление автомобильным транспортом, с. 105-117. Душанбе, 2017.

Сведения об авторах:

Мажитов Бахриддин Жамилович – к.т.н., старший преподаватель кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта». Область научных интересов «Исследование эффективности эксплуатации транспортных средств в горных условиях». (E-mail: mjbahriddin@mail.ru).

Юнусов Мансур Юсуфович – к.т.н., заведующий кафедрой “ЭАТ”, автор свыше 80 научных работ, научное направление – проблемы автотранспортного комплекса и ресурсосберегающие технологии.

Сахибов Нурулло Бобоевич – к.т.н., доцент кафедры «Техническая эксплуатация воздушного и железнодорожного транспорта». Автор более 30

научных работ и 2 авторских свидетельств. Область научных интересов – топливо-смазочные материалы и экология.

Хамиджонов Солиджон – ст. преп. кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта.

ИДОРАКУНИИ САМАРАНОКИ РАВАНДИ ИСТИФОДАБАРИИ ТЕХНИКИИ АВТОМОБИЛ БО РОҲИ ОЯНДАБИНИИ ХАРОҶОТИ ҚИСМҲОИ ЭҲТИЁТӢ

Б.Ж. Мажитов, М.Ю. Юнусов, Н.Б. Сахибов, С. Хамиджонов

Дар мақолаи мазкур усули ояндабинии хароҷоти қисмҳои эҳтиётӣ дар раванди истифодабарии техникии автомобилҳо пешниҳод гардидааст, ки он имконияти ҳисоби хароҷоти қисмҳои эҳтиётии автомобилҳоро вобаста аз фосилаи корбасти онҳо медиҳад ва ҳамзамон ба меъёрбандии хароҷоти қисмҳои эҳтиётӣ вобаста аз модели автомобилҳо ва идоракунии босамари раванди истифодабарии техникии автомобилҳо мусоидат мекунад.

Калимаҳои калидӣ: нақлиёт, автомобил, истифодабарии техникӣ, идоракунӣ, ояндабинӣ, қисмҳои эҳтиётӣ.

OPERATION OF THE VEHICLE BY FORECASTING SPARE PARTS COST

B.J. Majitov, M.Y. Yunusov, N.B. Sahibov, S. Hamidjonov

The article suggests a method that allows you to predict the cost of spare parts in the process of technical operation of cars, which allows you to calculate the specific costs of spare parts over the operating intervals, set the rate of consumption of spare parts for models of cars and rationally manage the process of technical operation of cars.

Keywords: transport, car, technical operation, management, forecasting, spare parts.

МУКАММАЛГАРДОНИИ БОЗОРИ ХИЗМАТРАСОНИИ НАҚЛИЁТӢ МАҲАКИ АСОСИИ РУШДИ УСТУВОРИ МАҲАЛИ ДЕҲОТИ ТОҶИКИСТОН

А.А. Рачабов, А. Рачабов

(Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ, Коллеҷи техникии ДТТ ба номи академик М.Осимӣ)

Мақолаи илмӣ раванди гузариш ба иқтисоди бозорро дар Тоҷикистон дар такя ба ташаккул ва рушди бозори хизматҳо ва маҳсулот, бозори нақлиётӣ, бозори хизматҳои нақлиёти автомобилии мусофирбар ва боркаши деҳот, инчунин таъмини инфрасохтории рушди онҳо асоснок менамояд. Ҳалли чунин мушкилот дар системаи қонеъгардонии талабот ва таҷҳизонидани бозор бо хизматҳо ва маҳсулот, ташаккул додани муҳити мушаххас, татбиқи технологияҳои инноватсионӣ, дастовардҳои рушди илмӣ-техникӣ, нано-технология ва таъмини рушди иқтисодӣ ҳам дар кишвар ва ҳам дар табодули ҳудудии он мавқеи барандаро ишғол мекунад ва ҳадафест ҷиҳати иҷрои Барномаи давлатии мақсадноки «Рушди комплекси нақлиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон барои то соли 2025».

Калимаҳои калидӣ: *нақлиёт, минтақаи деҳот, бозор, хизматрасониҳои нақлиётӣ, бору мусофир, рақобатпазирӣ.*

Аҳамияти ташаккул ва рушди бозори хизматҳои нақлиёти автомобилии деҳот (БХНАД)-ро барои Ҷумҳурии Тоҷикистон баҳо додан мушкил аст, зеро дар минтақаҳои деҳот беш аз 73,7%-и аҳолӣ зиндагӣ мекунанд ва онҳо ба чунин хизматрасониҳои босифат эҳтиёҷ доранд. Бо рушди соҳибкории хурду миёна субъектҳои хоҷагидор, ки маҷмуи хизматҳои бо нақлиёти автомобилии мусофирбар ва боркаш барои аҳолии деҳотро амалӣ мекунанд, бо андешаҳои бозорӣ пайдо мешаванд. Дар ин мавриди чунин меҳисобем, ки иштирокдорони БХНАД ба инноватсияи муосир дастрасӣ доранд ва дар рушди минтақаи деҳот нақши муҳим мебозанд.

Бо роҳҳои автомобилгард 600 нуқтаи аҳолинишин дар деҳот (73% аз шумораи умумӣ) фаро гирифта шудаанд [1].

Иловатан ба ин дастрасӣ чуноне ки аз Паёми Асосгузори сулҳу ваҳдати миллӣ – Пешвои миллат, Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон ба Маҷлиси Олӣ бармеояд “... Ҳукумати мамлакат ҷиҳати ноил шудан ба ҳадафи то соли 2030 ба кишвари транзитӣ табдил додани Тоҷикистон дар замони соҳибистиқлолӣ лоиҳаҳои давлатии сармоягузориро бо ҷалби беш аз 12 миллиард сомонӣ амалӣ гардонидааст.

Имрӯзҳо татбиқи лоиҳаҳои давлатии сармоягузорӣ доир ба таҷдиди роҳи Душанбе – Қӯрғонтеппа, Хуҷанд – Исфара, Кӯлоб – Шамсиддини Шоҳин, Шкев – Қалъаихумб, Темурмалик – Балҷувон – Ховалинг ва қитъаҳои дигар ба маблағи 7,7 миллиард сомонӣ идома дорад. Лоиҳаҳои таҷдид ва бунёди роҳҳои мошингарди Обигарм – Нуробод (86 километр), Қалъаихумб – Ванҷ (93 километр), қитъаи Хуҷанд – Конибодоми роҳи Хуҷанд – Исфара (130 километр), Қӯрғонтеппа – Данғара – Кӯлоб (155 километр) ва дар маҷмӯъ беш аз 500 километр дар марҳалаи омӯзиш ва лоиҳакашӣ қарор доранд. Дар баробари ин бори дигар таъкид менамоям, ки таъмиру таҷдид ва нигоҳдории роҳҳои дохилишаҳриву байниноҳиявӣ ва шаҳраку деҳот вазифаи мақомоти иҷроияи ҳокимияти давлатии вилоятҳо, шаҳру ноҳияҳо мебошад ва дар ин самт корҳо бояд тақвият дода шаванд” [2].

Таҳлили системавии назарияи мавҷуда ва таҷрибаҳои ҷаҳонӣ нишон медиҳанд, ки тағйироти сохторӣ ба БХНАД дар тақвият бахшидани самти иҷтимоии дигаргунсозии гузаронидашаванда ва рушди минтақаҳои деҳот бо назардошти ҳалли мушкилоти шуғли аҳолии деҳот нақши мусбат мегузоранд. Дар бисёр мамлакатҳои дунё дастгирии минтақаҳои деҳот аз ҷониби давлат ба сифати усули самараноки баланд бардоштани сатҳи зиндагии аҳолӣ ва мубориза бо бекорӣ эътироф гардидааст.

Ташаккул ва рушди БХНАД дар Тоҷикистон бо мушкилоте рӯ ба рӯ мегардад, ки бо номуайянии ҳолати молиявии воҳеии муассисаҳои нақлиёти автомобилӣ, мураккабии мавқеи ҳудудию ҷуғрофии ноҳияҳои мамлакат, ногузирии пешгӯии фаъолият дар дурнамои дарозмуддат, созмон додани муассисаҳои баландсамараи нав, шабакаҳои нақлиётӣ ва ғайраҳо вобаста аст.

Барои ташаккул ва рушди БХНАД инкишофи соҳибкорӣ ва шаклҳои гуногуни он – давлатӣ, миёнаравии тиҷоратӣ, молиявӣ, инноватсионӣ, консултативӣ ва ғайраҳо аҳамияти зиёд доранд.

Дар Ҷумҳурии Тоҷикистон ташкил кардани шабакаи васеи субъектҳои БХНАД-ро шарти зарурии амалисозӣ ва рушди муҳити иқтисодӣ, ташкили шароитҳои зарурӣ барои рақобатнокӣ ҳангоми хизматрасонии нақлиёти автомобилӣ ба аҳолиро зарурӣ меҳисобем. Аз дигар тараф ташаккули шабакаи МНА на танҳо рушди муҳити рақобатнокӣ, инчунин ташкили робитаҳои зичи кооперативиро таъмин мекунад, ки барои таҷҳизонидани бозори хизматҳо ва маҳсулот бо назардошти талаботи воқеии аҳолӣ ва ҷамъиятии зудтағйирдиҳандаи талабот ва татбиқи дастовардҳои рушди илмӣ-техникию талаботи харидорӣ мусоидат менамояд. Субъектҳои БХНАД шароитҳои зарурии иқтисодӣ, техникӣ ва ташкилиро барои интенсификатсияи истеҳсолот, баландбардории самаранокии он, инчунин расонидани хизматҳои рақобатпазир ба аҳолии деҳот таъмин мекунад.

Дар иқтисодиёти муосир ташаккул ва рушди БХНАД таваҷҷуҳи олимони ватанӣ, Россия ва хориҷиро ба тадқиқи паҳлӯҳои гуногуни он ҷалб намудааст.

Зери мафҳуми истеҳсолоти устувори хоҷагии деҳот системаи идораи он ки аҳолиро бо маводи хӯрока ва ашёи хоми саноатӣ аз рӯйи шарти самаранокии фаъолияти хоҷагидорӣ барои муҳити табиии атроф дар асоси технологияи пешқадами аз ҷиҳати экологӣ безарар ба таври доимӣ ва кофӣ таъмин мекунад, мефаҳманд.

Дар Ҷумҳурии Тоҷикистон дар соли 2016 – 439972 адад воситаҳои нақлиёт ба қайд гирифта шудаанд, ки аз онҳо 39261 адад нақлиёти боркаш ва 15669 адад нақлиёти мусофирбар (автобус) ва мутаносибан 8,9% ва 3,6%-ро ташкил медиҳад.

Лозим ба тазаккур аст, ки боркашонӣ дар умум дар шароити имрӯза тавассути нақлиёти автомобилӣ 85,3%-ро ташкил медиҳад. Агар таносуби интиқоли бору мусофирро дар минтақаҳои деҳоти Тоҷикистон нигарем, соли 2016 нисбат ба соли 2010 боркашонӣ 1,8 маротиба (42120,1/23679,2 ҳазор

тонна) ва мусофирбарӣ бошад 104,1% (313,6/301,3 млн. мусофир) иҷро гардидааст [3].

Соҳаи нақлиёт яке аз бахшҳои муҳими иқтисод барои дилхоҳ давлат ба шумор меравад. Рушди соҳаи нақлиёт ва транзит метавонад кишвари моро ҳамчун кишвари устувор ва пешрафта, аз ҷумла барои ҷалби сармояи хориҷӣ ва халқи моро ҳамчун халқи меҳмондӯст муаррифӣ намояд. Бояд қайд кард, ки рушди соҳаи нақлиёт, аз ҷумла афзоиши миқдори ширкатҳои нақлиётӣ ва хизматрасонии босифати онҳо ҳамчунин ба паст шудани арзиши молу маҳсулоти содиротию воридотии кишвар ва то андозаи муайян ба рақобатпазирии молу маҳсулоти ватанӣ дар бозори дохилӣ ва берунӣ мусоидат менамояд. Чуноне ки аз адабиёти таълимӣ бармеояд, саҳми нақлиёт дар арзиши маҳсулоти саноат ва хоҷагии қишлоқ ҳудуди 15-20% арзёбӣ мегардад [4]. Тавре таҳлилҳо нишон медиҳанд, хароҷоти нақлиётӣ дар Тоҷикистон барои молу маҳсулоти ватанӣ 10-14%-ро ташкил медиҳад, дар ҳоле ки дар дигар кишварҳои минтақа ин хароҷот ба 5-8% баробар аст.

Хулоса, татбиқи ин мақсад зарурати ҳалли масъалаҳои зеринро муайян мекунад:

-асосҳои консептуалии амалисозӣ ва рушди бозори хизматҳо дар шароити амиқии муносибатҳои бозорӣ омӯхта шавад;

-мафҳуми «бозори хизматҳои нақлиёти автомобилӣ» дар сохтори иқтисодӣ омӯхта шуда, самаранокии иҷтимоӣ ва иқтисодии он дар системаи хоҷагии халқ муайян карда шавад;

-хусусиятҳо муайян ва мушкилоти ташаккул ва рушди БХНАД дар шароити муосир тадқиқ карда шуда, ҳолати муосир ва рушди он дар Ҷумҳурии Тоҷикистон баҳо дода шавад;

-омилҳоеро, ки ба ташаккули талаботи аҳолии деҳот нисбат ба хизматҳои нақлиётӣ таъсир мекунанд, тадқиқ карда, модели иқтисодӣ-математикии талаботи аҳолии деҳот нисбат ба хизматҳои нақлиёти автомобилӣ тартиб дода шавад;

-стратегияи рушди устувори минтақаҳои деҳот ва рушди системаи хизматрасонии нақлиётии аҳолӣ ташкил карда шуда, механизми танзими давлатии рушди БХНАД такмил дода шавад;

-самтҳои асосӣ, афзалиятнок ва дурнамои такмил ва рушди БХНАД дар Ҷумҳурии Тоҷикистон коркард карда шавад.

Адабиёт:

1. Қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон №165 аз 01.04.2011 с. Барномаи давлатии мақсадноки «Рушди комплекси нақлиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон барои то соли 2025»;

2. Паёми Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон “Дар бораи самтҳои сиёсати дохилӣ ва хориҷии Ҷумҳурии Тоҷикистон”, ш. Душанбе, 22.12.2017;

3. Раҷабов А.А., Султонов А.Б. “Рушди инноватсионии бозори хизматрасониҳои автосервисӣ дар минтақаҳои деҳоти Тоҷикистон”//Паёми Политехникии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, бахши Интеллект, Инноватсия, Инвеститсия, №4(40), 2017, С. 85-94.

4. Кочинов Ю.А., Кочинова Т.В. “Транспортное обеспечение коммерческой деятельности”, Пермь, 2014 г., саҳ. 8.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЫНКА ТРАНСПОРТНЫХ УСЛУГ КАК КРИТЕРИЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ ТАДЖИКИСТАНА

А.А. Раджабов, А. Раджабов

Переход экономики к рынку в Таджикистане базируется на формировании и развитии рынка услуг и товаров, транспортного рынка, рынка сельских пассажирских и грузовых автотранспортных услуг, а также инфраструктурного обеспечения их развития. Решение этой проблемы занимает ведущее место в системе удовлетворения спроса и насыщения рынка услугами и товарами, формирования конкурентной среды, внедрения инновационных технологий, достижения научно-технического прогресса, нано-технологий и обеспечения экономического роста по стране, так и в ее

территориальных преобразованиях и становится объектом выполнения Государственной целевой программы развития транспортного комплекса Республики Таджикистан до 2025 года.

Ключевые слова: транспорт, сельская местность, рынок, транспортное обслуживание, грузопассажир, конкуренция.

IMPROVEMENT OF THE TRANSPORT SERVICES MARKET AS A CRITERION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF RURAL AREAS OF TAJIKISTAN

A.A. Rajabov, A. Rajabov

The transition of the economy to the market in Tajikistan is based on the formation and development of the market of services and goods, the transport market, the market of rural passenger and freight transport services, as well as infrastructure support for their development. The solution of this problem takes the leading place in the system of meeting the demand and saturation of the market with services and goods, the formation of a competitive environment, the introduction of innovative technologies, the achievement of scientific and technological progress, nano-technologies and ensuring economic growth in the country and in its territorial transformations and becomes the object of the state target program of development of the transport complex of the Republic of Tajikistan until 2025.

Keywords: transportation, rural, market, transportation, gruzotaksi, competition.

Маълумот дар бораи муаллифон:

Рачабов Абдухалим Абдураҳимович – муаллими калони кафедраи «Ташкили интиқол ва идора дар нақлиёт»-и ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ. Ахбороти робитавӣ – ш. Душанбе, к. Н. Қарабоев, хонаи 27, ҳуҷраи 24, тел.: 918-70-99-04, e-mail: raa_16.12.78@mail.ru.

Рачабов Абдусалим Абдураҳимович – муаллими калони кафедраи «Нақлиёт»-и Коллеҷи техникии ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ. Ахбороти робитавӣ – ш. Душанбе, к. Миралӣ, х. 3, ҳ. 17, тел.: 934-15-60-34.

УДК: 656.13 (575,3)

ОСОБЕННОСТИ И ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ ГОРНЫХ РЕГИОНОВ ТАДЖИКИСТАНА

А.С. Фохаков, А.А. Каримов

(Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими)

В статье рассматриваются особенности и проблемы повышения эффективности транспортно-технологической системы обслуживания горных регионов Таджикистана. Анализированы и выявлены характерные особенности горного региона, а также обоснована эффективность системы оказания транспортных услуг населению горного региона. Предложено важное теоретико-технического требование к изучению необходимости проведения детального научно обоснованного и глубокого анализа работы всех составляющих сложного и своевременного оказания транспортных услуг населения по системе «пассажиры – маршрутная сеть – автобусный транспорт» применительно к характерным особенностям и условиям горной местности Республики Таджикистан.

Ключевые слова: *горный регион, способ передвижений, плотность населения, транспортный потенциал, развитие системы, транспортные услуги.*

В условиях рыночной экономики совершенствование транспортного обслуживания сельского населения горного региона республики из-за различных дорожных, расселенческих, экономических, социально-экономических преследует дифференцированные методы совершенствования транспортного обслуживания сельских жителей. Уровень развития транспортной системы в горных регионах Республики Таджикистан неодинаков. Если занятость дорог общего пользования маршрутной сетью превышает 90%, то остальные дороги используются в гораздо меньшей степени. Сеть дорог и ее структура в районах существенно различаются и задачи по обслуживанию сельских территорий вынуждают компенсировать

недостаток дорог общего пользования ведомственными. Их интенсивное строительство и реконструкция постепенно повышают плотность, улучшают и эксплуатационные качества. Однако, как указывают многие исследователи, например, в работах [1, 2], общая плотность или производственные от неё показатели дорожной или маршрутной сети не всегда могут достаточно полно характеризоваться, и степень связанности сети-графа наличие вариантности и надежности связей, способствующих минимизации транспортных издержек. Именно этими качествами в недостаточной мере обладают сети дорог низких категорий.

Пока все это полагает дополнительные ограничения на развитие сети общественного пассажирского транспорта. Поэтому неслучайно его роль во внутрихозяйственной зоне. Такая сеть должна обладать возможностью “в переадресовке и изменении интенсивности связей, число которых по объему и номенклатуре увеличивается быстрыми темпами”. Это требование должно удовлетворять этапам развития дорог, особенно внутрихозяйственное, в горной сельской местности с учетом тенденции концентрации горного сельского населения, отмирания малых горных поселений, возрастающей роли межхозяйственных связей и др.

Корреляционный анализ плотности сети общественного пассажирского автомобильного транспорта по административным горным районам не выявил сколько-нибудь весомых факторов. Обращают на себя внимание только социально - демографические и расселенческие факторы, хотя их связь с плотностью сети слаба. Поэтому можно говорить лишь о тенденциях дифференциации сети. Увеличению доли занятые в сельском хозяйстве от общего количества горного сельского населения соответствует и некоторое увеличение плотности сети. Эти факторы не являются самостоятельными и связаны с показателями сельского горного расселения. Пожилые люди, а также те, которые заняты в сельском хозяйстве, пока концентрируются в многочисленных мелких поселениях. Их обслуживание общественным транспортом требует более развитой и разветвленной сети. Корреляционный

анализ выявил именно эту тенденцию: чем больше средняя численность горного населения и средняя площадь одного горного сельского населения, тем большую тенденцию к снижению имеет плотность сети пассажирского автомобильного транспорта.

Ожидаемое развитие транспортной системы в пригородных зонах крупных и крупнейших городов составит сеть автодорог, допускающего организацию автобусного сообщения с плотностью Q_T=0.15: 0.30 км/км^2 [4,5].

Учитывая тенденции горного сельского расселения, укрупнение поселение, концентрацию населения вблизи городов и в транспортных коридорах, можно сказать, что перспективы от автобусного транспорта не обязательно возрастают, они могут даже уменьшаться, отдельные отрезки станут ненужными и будут функционировать только сезон (обслуживание зон отдыха, туристических баз, домов отдыха, расположенных в горной сельской местности и т.д.). Уменьшение плотности транспортной сети тождественно ухудшению транспортного обслуживания горного сельского поселения, так как при крайне неоднородной освоенности в не городских территориях и их заселенности плотность сети общественного автобусного транспорта не может быть показателем развитости транспортной системы. Плотность Q_T в большой степени является общим статистическим, а не функциональным показателем, хотя и удобным для определения и иллюстративного сравнения.

Основные функции транспортной сети заключаются в обеспечении условий для приемлемой доступности остановочных пунктов горному сельскому населению и в организации системы маршрута, минимизирующих затрат времени на все транспортные передвижения горного населения. Как показали выборочные опросы горного сельского населения, несмотря на относительно высокую плотность маршрутной сети в сельской местности, главными причинами неудовлетворенности транспортным обслуживанием являются продолжительное ожидание, нерегулярность движения и дальние подходы к остановочным пунктам общественного транспорта, т.е. недостаточная плотность и мощность отдельных линий сети.

Одним из основных требований, предъявляемых автотранспортным предприятием к сети автобусных маршрутов в горной сельской местности, является обеспечение прямой, беспересадочной и регулярной связи хозяйства с центром административного района. Не во всех областях требование выполнено полностью. Оно может расценивать как первоочередная социально-экономическая задача. Все центральные усадьбы хозяйства уже в течение нескольких лет пользуются прямой круглогодичной связью с райцентром, однако транспортное обследование этим не обеспечено.

При рассмотрении в качестве критерия развития маршрутной сети требования обеспечить прямую связь центра района с центральной усадьбой хозяйства возникает вопрос, насколько это соответствует связанному населению агропромышленного комплекса (АПК). Ответ на этот вопрос не однозначен. Во-первых, горное сельское население приспосабливается к возможностям выборов предоставляемых транспортировкой маршрутов через те или другие пункты и, во – вторых, при недостаточной плотности и конфигурации сети общественного транспорта возрастает вероятность использования других способов передвижения. Поэтому можно лишь констатировать, что центростремительный принцип организации сети ограничивается внутри, и межхозяйственные поперечные передвижения и главное, искусственно повышает данные поездок в центр административного горного района. Во многих случаях альтернативной транспортной связи либо не существует, либо она сопряжена с большими затратами времени и другими неудобствами пользования системой общественного транспорта.

Несомненно, административные горные районы по развитости социальной инфраструктуры количественно и качественно превосходят остальные, особенно сельские поселения. Исключение составляют немногочисленные города в районе, конкурирующие центры в сфере обслуживающих производств. В схемах планировки сельскохозяйственных районов и в других проектах именно такая роль отводится административному

центру, который представляет собой иерархическую вершину системы общественного обслуживания.

Низовые, иерархические ступени составляют межхозяйственные, местные центры и центральные усадьбы хозяйств с соответствующими зонами обслуживания и численностью населения горного региона. Однако довольно часто отсутствует должная увязка транспортной сети и транспортировки автобусных маршрутов с проектируемой иерархической системой обслуживания. Такая увязка требует прямой транспортной связи всех сельских поселений с центральной усадьбой хозяйства, с местным центром и с райцентром горного региона.

Данный принцип, представляющий собой коренное упрощение картины социально-экономических связей горного сельского населения, предполагает создание транспортной сети или её фрагментов в виде графы – дерева (рис. 1.3.1), такая сеть обладает определенными свойствами, среди которых выделим малую степень связанности графы β<1.

Степень связанности

$$\beta = a/в, \qquad (1.3.1)$$

где

а – число отрезов сети, связывающей горные сельские поселения с райцентром;

в – число горных поселений, включая райцентр;

В сети, облагающейся малой степенью взаимности, трудно решить задачи оптимизации работы автобусных маршрутов, обеспечении надежности транспортного обслуживания и системы оказания транспортных услуг населения горного региона и т.д. Поэтому очевидна недостаточная взаимосвязь градостроительных решений с технико-экономическими решениями с технико-экономическими задачами функционирования ПАТП, а также с их возможностями транспортного обслуживания по системе оказания транспортных услуг населения горного региона.

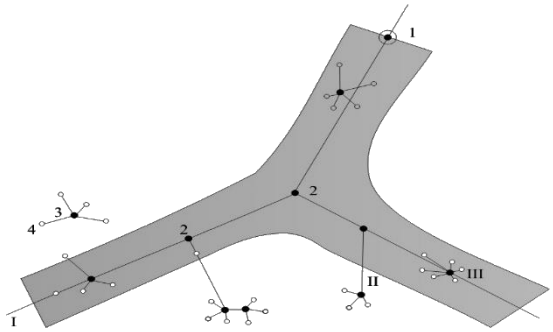


Рис 1.3.1. Принципиальная схема коммуникационных трасс (графа-дерево). 1. районный центр; 2. межхозяйственный центр; 3. центральная усадьба хозяйства; 4. областные горные сельские поселения; I – магистральные дороги; II- местные трассы; III- транспортные коридоры. Рисунок разработан автором.

«По нашему мнению, целесообразно в качестве первого критерия уровня развития сети общественного пассажирского транспорта рассматривать ее соответствие связям населения, с учетом многомерной ориентации связей сельского населения, критерий развития транспортной сети.» [4, 5, 6].

$$K_c = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{nn} P_{ij} /(\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} P_{ij}L_{ij}), \qquad (1.3.2)$$

где

P_{ij} *- интенсивность транспортных связей на общественном автобусном транспорте между пунктами i и j за определенный период времени;*

l_{ij} *- расстояние (в км) или издержки реализации связей (в сомони) по теоретически кратчайшим фрагментам сети, т.е. по воздушной линии между i и j;*

L_{ij} *- фактическое расстояние (в км) или издержки реализации связей (в сомони) по реально существующей (или проектируемой) транспортной сети.*

В числителе имеем предполагаемый объем работы пассажирской системы, в знаменателе – фактический объем пассажирских перевозок в реальной транспортной сети. Практически всегда $K_c<1$, и чем ближе значение K_c приближается к *1*, тем больше степень соответствия сети характеру распределения связей. Значение критерия K_c будет максимальным в случае оптимальной транспортной и дорожной сети. Поиск такой сети, несмотря на различный подход и методы решения задачи в большинстве случаев связан с нахождением условий, минимизирующих транспортную работу пассажирских маршрутов, затраты времени пассажиров на передвижения и затраты на реализацию связей.

Расчет критерия K_c может выявить необходимость оптимизации транспортной сети и изучить ряд общих ее свойств, если значения K_c для недельного, сезонного, годового циклов связей населения близки друг к другу, то транспортная сеть обладает гибкостью в изменяющихся условиях ее нагрузки, надежностью реализации связей. Критерий K_c может быть рассчитан как для одного поселения, так и для их группы в рамках определенных территориальных подсистем.

Критерию K_c присущи и недостатки. Он не имеет абсолютного значения и зависит от деятельности информации о связях горного населения или вернее масштаба обобщения информации (об отдельном на определенной территории). Определенное осложнение вносит наличие связей, реализующих другими видами транспортных средств. Необходим сбор информации о связях горного населения в системе общественного транспорта, что не всегда и не повсеместно производится. Поэтому вместо критерия K_c можно воспользоваться показателем разветвленности маршрутов K_w. Он характеризует обеспеченность сельских поселений автобусными маршрутами в любой территориальной подсистеме (во внутрихозяйственной зоне S_5 и в других подсистемах S_4...S_2) и дает приблизительную оценку сети. Показатель K_w является модификацией показателя степени идеальности дорожной сети по работе [4,5,6]:

$$Kw = \frac{\sum W_{ij}}{i(i-1)} \qquad \text{при} \quad 0 \le K_w \le 1, \qquad (1.3.3)$$

где

W_{ij} – *альтернативная вероятность.*

Вероятность $W_{ij} = 0$, если отсутствует отрезок маршрутной сети, непосредственно связывающий населенные пункты i и j. Связь отсутствует и в том случае, если длительность пешеходного подхода к остановке превышает 30 мин. или его расстояние составляет более 2100 м. Связь условно отсутствует, если отрезок маршрутной сети ij прямой между i и j составляет угол $\alpha > 30^o$. Вероятность $Wij=1$, если пункты i и j связаны маршрутной сетью с учетом вышеприведенных условий.

Критерии K_c и K_w не являются самостоятельными, их необходимо дополнить другим параметром транспортный сети – затратами времени на подход к остановочным пунктам. Его можно назвать вторым критерием развития транспортной сети, характеризующим ее соответствие характеру расселения сельских жителей.

При проектировании транспортной сети на городской территории максимальные затраты времени на подход к остановкам t_n не должны превышать 10 мин. С социальной стороны нет резких аргументов, препятствующих такой же трактовке этого параметра в горной сельской местности. С учетом существующего положения и ограничений, которые налагает дорожная сеть, а также экономических интересов автотранспортных предприятий максимальные затраты $t_{n\,max}= 10$ мин. в настоящее время можно считать в большинстве случаев желаемой целью развития сети в сельской местности [3, 4, 5].

Данные опросов сельских жителей, анализ территориальных различий транспортной подвижности, миграционных процессов позволяют считать $t_n<30$ мин предельным времени, соответствующим необходимой степени развития сети. С учетом этого, предлагается шкала оценки развитости сети автобусных линий в сельской местности.

Временная шкала не всегда удобна. Учитывая скорость пешеходных передвижений в сельской местности (около 5 км.ч.) и непрямолинейность подхода к остановочным пунктам, развитость сети может быть охарактеризована также максимальной удаленностью поселений от остановок. Если теоретически заселенность сельских территорий считать равномерной, обеспечение указательных порогов доступности требует соответственно плотности сети 0.71-0.24 км/км^2 и менее. Практически за счет концентрации населения в транспортных коридорах маршрутная сеть в сельской местности может быть меньшей. В зависимости от процесса концентрации населения маршрутная сеть, уменьшенная на 20-30% по сравнению с указанной, может обеспечить такую же доступность остановочных пунктов (табл. 1.1.1).

Таблица 1.1.1.

Развитость сети общественного транспорта

Качество сети по критерию (t_n)	Максимальные затраты на подход к остановкам, (мин)	Максимальная удаленность поселений от остановок (м)	Теоретическая плотность сети, (км/км^2)
Развитая	10	700	0.71
Удовлетворительная	20	1400	0.36
Слаборазвитая	30	2100	0.24
Недостаточная	Более 30	Более 2100	Менее 0.24.

Примечание: таблица разработана автором на основе обследования.

Литература:

1. Васильев В.М. Силаев А.И. Совершенствование методов оценки деятельности пассажирских АТП по повышению качества городских автобусных перевозок // резервы повышения экономической эффективности работы АТП: Межвуз. науч. сб/с ПИ – Саратов, 1984. с 32-36

2. Дмитриев И.А. Об оценке качества транспортного обслуживания пассажиров в международном автобусном сообщении: Межвуз. сб тр/сПИ. – Саратов 1984.с 40-46.

3. Пассажирский транспорт в пригородной зоне крупного города. Под. ред. Молодых И.А.-М.: Транспорт, 1976.-144с.

4. Сангинов О.К., Фохаков А.С. Эффективность транспортного обслуживания населения горного региона в условиях рыночной экономики. Учебное пособие. Утвержден и рекомендован ЦМС ТТУ от 15.09.2005г., Протокол №2. - Душанбе, ТТУ имени акад. М.С.Осими, 2005г., 13,0 п.л.

5. Сангинов О.К., Фохаков А.С. Теоретико – методологические основы повышения эффективности транспортного обслуживания сельского населения горного региона в условиях рыночной экономики (статья). Вестник ТТУ им. акад. М.С. Осими №1 (13) – 2011г., стр. 104-109.

6. Фохаков А.С. Саидов К.Т., Зайниддинов Т.Н., Сайдалиев А.С. Теоретические аспекты оценки потенциала в пассажирской транспортной системе города Душанбе. Вестник ТТУ им. акад. М.С. Осими №3 (31) – 2015г., стр. 164-171.

7. Фохаков А.С., Камолидинов Б.Т. Функционирование и развитие системы оказания транспортных услуг населения горного региона. Вестник ТНУ, (ISSN-2413-5151), № 2/6, Душанбе: «СИНО», 2017г., стр. 137-154.

8. Фохаков А.С., Ашуров К.Р. Характерные особенности горного региона, формирование и развитие его транспортной системы. Вестник ТНУ, (ISSN-2413-5151), № 2/7, Душанбе: «СИНО», 2017г., стр. 112-154.

ХУСУСИЯТИ ХОС ВА МУШКИЛОТИ БАЛАНД БАРДОШТАНИ САМАРАНОКИИ СИСТЕМАИ ТЕХНОЛОГӢ–НАҚЛИЁТИИ ХИЗМАТРАСОНИИ МИНТАҚАҲОИ КӮҲСОРИ ТОҶИКИСТОН

А.С. Фохаков, А.А. Каримов

Дар мақолаи мазкур проблемаи интихоби аҳолии минтақаи кӯҳсор – воситаи ҳаракат дида баромада шудааст. Таҳлили хусусиятҳои хоси минтақаҳои кӯҳсор ва муҳимияти иқтисодӣ ва иҷтимоии интиқоли автобусии мусофирон оид ба хизматрасонии нақлиётӣ доир гардидааст. Муҳимияти омӯзиши назариявӣ-методологии талабот оид ба таҳлили ҷузъии илман асоснок ва таҳлили кори ҳамаи сохторҳо нисбати хизматрасонии нақлиётӣ ба аҳолӣ бо системаи “мусофир – хатсайр – нақлиёти автобусӣ”, бо хусусияти хос дар шароити минтақаҳои кӯҳсори Ҷумҳурии Тоҷикистон пешниҳод шудааст.

Калимаҳои калидӣ: минтақаи кӯҳсор, тарзи ҳаракат, зичии аҳолӣ, потенсиали нақлиётӣ, рушди система, хизматрасонии нақлиётӣ.

FEATURES AND PROBLEMS OF IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE TRANSPORTATION AND TECHNOLOGICAL SYSTEM OF MAINTENANCE OF MOUNTAIN REGIONS OF TAJIKISTAN

A.S. Fokhakov, A.A. Karimov

The article examines the peculiarities and problems of increasing the efficiency of the transport-technological system of servicing the mountain regions of Tajikistan. The characteristic features of the mountainous region are analyzed and revealed, and the effectiveness of the system of rendering transport services to the population of the mountainous region is justified. An important theoretical and

technical requirement is laid for the study of the need for a detailed, scientifically substantiated and in-depth analysis of the work of all components of the complex and timely provision of transport services by the system "passengers - route network - bus transport" in relation to the characteristics and conditions of the mountainous terrain of the Republic of Tajikistan.

Keywords: mountain region, mode of movement, population density, transport potential, development of the system, transport services.

Сведения об авторах:

Фохаков Абдурауф Сайдалиевич – к.э.н., доцент кафедры “Организация перевозок и управление на транспорте”, автор более 70 научных и методических работ, область научных интересов – организация перевозок и управление на автомобильном транспорте, экономика на транспорте. Контактная информ.: тел. 919584238, E-mal: fohakov68@mail.ru

Каримов Абдулазиз Абдулхакимович – ассистент кафедры «Автоматизированная система обработки информации и управления», область научных интересов – автоматизированная система обработки информации и управления, информационная технология и безопасность на транспорте. Конт. инф.: тел. 985242798, Email: abdulazizjon1@mail.ru

ВЛИЯНИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ОБСТАНОВКУ ГОРОДА ДУШАНБЕ

М.Ю. Юнусов, Б.Ж. Мажитов, Н.Б. Сахибов

(*Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*)

В статье рассмотрены результаты техногенной деятельности человека на увеличение выбросов парниковых газов на примере эксплуатации автомобильного транспорта в условиях города Душанбе, их влияние на повышение концентрации «парниковых» газов и предложены мероприятия по их снижению.

Ключевые слова: *транспорт, автомобиль, экология, парниковые газы, углекислый газ, эффективность эксплуатации транспорта*

Город Душанбе – столица Республики Таджикистан расположен в Гиссарской долине на высотах от 750 до 930 м над уровнем моря и имеет общую площадь более 124 кв.км. Климат города является внутриконтинентальным, субтропическим и средняя температура воздуха составляет около +14,5°С и его характерные черты - высокая интенсивность солнечной радиации, засушливость, малая облачность, большая продолжительность солнечного сияния, резкие колебания суточных и сезонных температур, значительная запыленность воздуха.

Население города в настоящее время насчитывается более 800 тыс. чел., а плотность населения по городу составляет примерно 6445 чел./км^2. Город Душанбе имеет развитую экономическую инфраструктуру, ключевыми элементами которой является промышленность и транспортная сеть.

Характерной особенностью рельефа местности столицы является котлообразное расположение, ограниченное почти со всех сторон горами и холмами, что затрудняет продувку атмосферы города и способствует продолжительности времени рассеивания вредных газов выпускаемых различными источниками. По экологическим оценкам г. Душанбе среди других городов Республики Таджикистан входит в список городов с наибольшим уровнем загрязнения, т.е. существующие климатические условия (г. Душанбе находятся в зоне низкого потенциала рассеивания загрязняющих веществ), рельеф способствуют накоплению вредных примесей в атмосфере города. На сегодня в условиях города Душанбе основная доля выбросов отработанных токсичных и канцерогенных газов приходится на долю автотранспорта (более 90%). Однако по уровню выброса парниковых газов, в последние годы, заметное влияние имеют и стационарные источники промышленных предприятий.

Хорошо известное такое природное явление, как *парниковый эффект* – это разность между средней температурой поверхности планеты и ее радиационной температурой в космосе. Первая равна плюс 15°С, вторая минус 18 °С. Соответственно парниковый эффект равен плюс 33 °С. При усилении

парникового эффекта температура поверхности растет при сохранении постоянной радиационной температуры. Обусловлен же парниковый эффект тем, что поверхность планеты нагревается под воздействием радиационного излучения Солнца. Этот процесс обуславливает повышение планетарной температуры, является причиной закисления почвы и воды, провоцирует другие необратимые процессы.

К *парниковым газам* (ПГ) принято относить такие компоненты атмосферы естественного и антропогенного происхождения, которые поглощают и излучают радиацию в том же инфракрасном диапазоне, что и поверхность Земли, атмосфера и облака. К ним относятся: водяной пар (H_2O), диоксид углерода (CO_2), метан (CH_4), закись азота (N_2O), тропосферный озон (O_3) и некоторые другие, например, *антропогенные* хлорфторуглероды (ХФУ), гидрофторуглероды (ГФУ), перфторуглероды (ПФУ), шестифтористая сера (SF_6), которые под воздействием солнечного излучения распадаются, поставляя активные радикалы хлора, разрушающие озоновый слой. Время нахождения в атмосфере указанных веществ различно - от нескольких дней до десятков лет. Установлено порядка 30 видов газообразных веществ, приводящих к парниковому эффекту. Парниковые газы в зависимости от характера появления делятся на естественные и антропогенные. К естественному парниковому газу относится водяной пар. Количество водяного пара по величине является самым большим в атмосфере Земли, превышая концентрацию диоксида углерода. Температура воздуха и мирового океана, также деятельность человека в сельском хозяйстве непосредственно влияет на количество водяного пара в атмосфере. Водяной пар в отдельности не приводит к изменению климата, поэтому необходимо рассматривать в совокупности со свойствами положительной связи с углекислым газом. Особенность свойства водяного пара - обратная положительная связь с углекислым газом. Благодаря воздействию молекул водяного пара, выбросов диоксида углерода парниковый эффект увеличивается двукратно.

Установлено, что водяной пар, как парниковый газ, является мощным катализатором антропогенного потепления климата.

Углекислый газ является одним из основных парниковых газов антропогенного происхождения. Ведущая роль в глобальном потеплении принадлежит углекислому газу, увеличение выбросов которого в атмосферу сопровождается повышенным спросом энергопотребления человека. Основным источником выбросов углекислого газа в атмосферу является сжигание топлива. Для удаления углекислого газа из воздушной атмосферы необходимо около 200 лет. Высокая продолжительность присутствия углекислого газа в окружающей среде играет значительную роль в процессах парникового эффекта.

Метан в атмосферу попадает двумя способами: естественным и антропогенным. Естественное попадание метана в атмосферу-это результат распада органических веществ и избыточное горение биомассы, а также выбросы из океанов. Искусственное попадание метана в атмосферу является результатом производственно-технической деятельности человека. Содержание метана всего составляет около 20% от общего количества парниковых газов. Одна молекула метана оценивается в механизме парникового эффекта в 25 раз сильнее, чем молекула диоксида углерода. Оксид азота отрицательно действует на озоновый слой. Количество закиси азота примерно составляет 6% от общего количество парниковых газов, но соединение действует в 250 раз сильнее, чем углекислый газ.

В результате антропогенной деятельности человечества за последние 40-50 лет планетарная температура поднялась на 0,6-0,7 °С и является наиболее высокой за последние 600 лет. Средний уровень океанов поднялся на протяжении последнего столетия на 10-15 см. За этот же период отступили все зарегистрированные горные ледники. По прогнозам специалистов, пик глобального потепления будет зафиксирован выше современного уровня на 1,5-2,0 °С примерно через 200 лет. Некоторые ученые полагают, что подъем температуры более чем на два градуса может привести к таянию вечной

мерзлоты, изменениям в растительном мире и повышению температуры мирового океана, в результате чего еще больше увеличится выброс парниковых газов, и тогда глобальное потепление станет необратимым.

Анализируя причины и источники появления парниковых газов, к основным антропогенным источникам, приводящим к эмиссии парниковых газов, можно отнести:

1. Около 60% парниковых газов выбрасывается в атмосферу при сжигании ископаемых видов топлива (в первую очередь в энергетике, в транспорте и в процессе промышленного производства).

2. Приблизительно 35% мировых выбросов парниковых газов приходится на лесное и сельское хозяйство: вырубка лесов, осушение болот, выделение метана в животноводстве и закиси азота при использовании сельскохозяйственных удобрений в земледелии.

3. Оставшиеся 5% выбросов парниковых газов (углекислого газа, метана, закиси азота и других) приходятся главным образом на процессы промышленного производства.

Действительно, в результате техногенной деятельности человека изменяется общий баланс тепла, влаги и веществ в атмосфере Земли. Это касается, прежде всего, углекислого газа, содержание которого неуклонно растет, в связи с колоссальным ростом потребления углеводородного топлива. Примерно на 50 % парниковый эффект вызван углекислым газом. Парниковые газы различаются «силой» воздействия своего парникового эффекта, а также длительностью присутствия в атмосфере. Для сравнения парникового воздействие различных газов вводится эквивалент: их эффект пересчитывается в эффект от наиболее распространённого парникового газа – углекислого газа CO_2.

Удельный вес различных газов выбрасываемых в результате антропогенных действий человека в создании парникового эффекта представлен на рисунок 1.

Рисунок 1. Удельный вес различных газов в создании парникового эффекта.

Таким образом, из антропогенных факторов углекислый газ (CO_2) является наиболее важным по влиянию на климат парниковым газом.

Анализируя условия города Душанбе с учетом перечисленных антропогенных воздействий на повышение уровня парниковых газов, можно убедиться в том, что, как и во всех больших городах, основная масса выбросов приходится на долю автомобильного транспорта, как основного потребителя энергии, парк которого за последние годы неуклонно растет как в масштабе республики, так и в масштабе города Душанбе. Динамика изменения количества автомобилей в г. Душанбе за последние пять лет показывает неуклонный рост данного вида транспорта, что на сегодняшний день оно составляет около 70 тыс. единиц, причем основная масса относится к автомобилям со сроком эксплуатации более 10 лет с несоответствующими экологическими показателями (табл. 1). В условиях городов современный автомобиль, будучи основным средством перевозки пассажиров и груза, играет значительную роль в развитии экономики, но с другой стороны он является и основным передвижным источником выброса загрязняющих веществ и в т.ч. парниковых газов.

Таблица 1.

Динамика роста количества автомобилей в городе Душанбе на период 2012-2016 г.г.

Годы	Общее количество автомобилей, ед.	Количество автомобилей юрид. лиц, ед.	Количество автомобилей частных лиц, ед.
2012	51320	7283	44037
2013	57441	8019	49422
2014	64079	9026	55053
2015	66450	10386	56064
2016	66396	10598	55798

Выбросы парниковых газов транспортными средствами растут быстрее, чем в других секторах конечного потребления энергии, поэтому транспорт является важнейшей частью стратегии снижения выбросов. Например, один легковой автомобиль с хорошо отрегулированным двигателем при годовом пробеге 15 тыс. км «вдыхает» 4350 кг кислорода, а «выдыхает» 3250 кг углекислого газа, 530- угарного газа, 93- углеводородов и 27 кг окислов азота, а неисправный автомобильный двигатель выделяет токсичных компонентов в 2-3 раза больше. Если помножить эти цифры на общий парк автомобилей, можно представить себе степень угрозы, таящейся в чрезмерной автомобилизации. Здесь также стоит отметить, что в результате последних достижений науки автомобильная промышленность достигла большого прогресса. Повысилась надежность и ресурс безотказной работы автомобилей. Имеет тенденция к повышению динамичности автомобилей с одновременным улучшением экономических и экологических характеристик двигателя. С тех пор как в 1966 году в Калифорнии начали действовать первые в мире ограничения концентрации вредных веществ в выхлопных газах до сегодняшнего дня было многое сделано в плане снижения вредных выбросов, благодаря чему сегодня в выхлопе 20 автомобилей содержится меньше вредных веществ, чем в выхлопе одного автомобиля сорок лет назад. Так, за последние годы удалось снизить уровень токсичности выхлопа у современных двигателей с Евро-1 до Евро-5, более чем на 90%. Средний расход топлива снизился за последние 10 лет примерно на 2 литра на каждые 100 км пробега. Выбросы сажи дизельными двигателями снизились с 1985 года более чем на 95%.

Снижение выбросов парниковых газов на транспорте часто является индикатором эффективности борьбы с пробками, сохранения качества воздуха городской среды и достижения энергетической безопасности.

Несмотря на то, что на транспорт приходится большая часть прироста энергопотребления, с энергоэффективностью в этом секторе существует масса проблем:

-отсутствует система сбора данных о суммарном потреблении и эффективности потребления энергии;

-не введены индикаторы энергоэффективности на основе оценки прогресса в работе транспорта и организации дорожного движения в городах;

-не введены стандарты топливной эффективности для автомобилей;

-не существуют системы поощрения покупателей малолитражек и тд.

В качестве первичных методов снижения потребления топлива (точнее не снижения, а замедления темпов роста) часто рассматриваются только такие технические меры, как повышение энергоэффективности автомобилей, переход на альтернативные виды топлива и обучение экологичному вождению. Однако это позволяет замедлить рост энергопотребления автомобильным транспортом лишь на 14% и объемов выброса парниковых газов на 24%.

Исходя из вышеизложенного, в настоящее время одним из приоритетных направлений в решении проблемы сокращения выбросов парниковых газов является снижение концентрации CO_2 в воздухе города. Для реализациии данной программы г. Душанбе, ввиду своих размеров, численности населения, а также наличия передвижных источников и производственных мощностей, может сыграть ключевую роль в реализации международных программ по сокращению выбросов в Республике Таджикистан.

Для уменьшения выброса вредных веществ, особенно влияющих на парниковый эффект применительно к парку автомобильного транспорта города Душанбе, можно рекомендовать следующий комплекс мероприятий:

– Повышение эффективности транспортной системы путем ее модернизации методом реализации модального сдвига;

– Повышение эффективности использования альтернативных видов транспорта, не использующих углеводородные топлива;

– Использование более экономичных и экологически чистых автомобилей;

– Введение эффективных платежей за выбросы парниковых газов;

– Принятие решений об ограничении объемов выбросов парниковых газов путем государственного регулирования или инвестирования в новые технологии.

Литература:

1. Луканин В.Н. Промышленно-транспортная экология: Учеб. для вузов. - М.: Высш. шк., 2003. - 273 с.

2. Кульчицкий А.Р. Токсичность автомобильных и тракторных двигателей. – Владимир: Изд-во Владимирского государственного университета, 2000. – 256 с.

3. Марков В.А., Баширов Р.М., Габитов И.И. Токсичность отработаших газов дизелей. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 376 с.

4. Политехнический вестник. Серия инженерные исследования №1 (37)-2017. К.К.Атабеков / Влияние интенсивности транспортного потока и остановочных пунктов общественного транспорта на экологическую безопасность, с.72-81. Душанбе, 2017

ТАЪСИРИ НАҚЛИЁТИ АВТОМОБИЛӢ БА МУҲИТИ ЭКОЛОГИИ ШАҲРИ ДУШАНБЕ

М.Ю. Юнусов, Б.Ж. Мажитов, Н.Б. Сахибов

Дар мақола натиҷаи фаъолияти техногонии инсон оид ба афзоиши газҳои зараррасон дар мисоли фаъолияти нақлиёти автомобилӣ дар шароити шаҳри Душанбе дида баромада шудаст, ҳамчунин тадбирҳо оид ба кам намудани консентрасияи газҳои зараррасон пешниҳод карда шудаст.

Калимаҳои калидӣ: нақлиёт, автомобил, экология, газҳои зараррасон, диоксиди карбон, самароникии истифодабарии нақлиёт.

IMPACT OF ROAD TRANSPORT ON THE ENVIRONMENT OF THE CITY OF DUSHANBE

M.Y. Yunusov, B.J. Majitov, N.B. Sahibov

The article describes the results of human activities on the increase in human greenhouse gas emissions by the example of operation of motor transport in the

conditions of the city of Dushanbe, their influence on the increase in the concentration of "greenhouse" gases and suggested measures to reduce them.

Keywords: transportation, car, environment, greenhouse gases, carbon dioxide, the operating efficiency of transport.

Сведения об авторах:

Юнусов Мансур Юсуфович – к.т.н., заведующий кафедрой “ЭАТ”, автор свыше 80 научных работ, научное направление проблемы автотранспортного комплекса и ресурсосберегающие технологии.

Мажитов Бахриддин Жамилович – к.т.н., ст. преп. кафедры «ЭАТ». Область научных интересов «Исследование эффективности эксплуатации транспортных средств в горных условиях». (E-mail: mjbahriddin@mail.ru).

Сахибов Нурулло Бобоевич – к.т.н., доцент кафедры «Техническая эксплуатация воздушного и железнодорожного транспорта» ТТУ им. академика М.С. Осими. Автор 26 научных работ и 2 авторских свидетельств. Область научных интересов: топливо смазочные материалы и экология.

УДК.728.03(575.2)

ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ОБЩЕСТВЕННЫХ И КУЛЬТОВЫХ ЗДАНИЙ

С.Р. Мукимова, Дж.Ш. Ганизода

В статье рассматриваются основы формирования общественных и культовых зданий, которые основываются на историческом принципе, моделирующем жизненные процессы, исходя из концепции культуры как общественной деятельности, которой соответствуют определенные типы зданий.

Ключевые слова: *архитектура, строительное искусство, фортификационные сооружения, культовые здания.*

Формирование общественных и культовых зданий базируется, прежде всего, на историко-содержательном принципе, моделирующем жизненные процессы, исходя из концепции культуры как общественной деятельности,

которой соответствуют определенные типы зданий. Для того чтобы определить внутреннюю сущность общественной деятельности человека, определившую объемно-пространственную структуру первых примитивных построек или сооружений, обратимся к самой архитектуре – древнейшему виду человеческой деятельности. Строительное искусство, начавшееся с устройства простейших укрытий и примитивных культовых идолов, постепенно приобретает опыт, удовлетворявший различные потребности развивающегося общества и отражавший совершенствование его технических возможностей.

Почти все сохранившиеся археологические остатки памятников древности относятся к объектам официальной архитектуры. Это - храмы, погребальные комплексы, дворцы. Однако конструктивные и планировочные принципы, исходные декоративные мотивы были выработаны уже при возведении простейших сооружений, прежде всего жилища.

Действительно, история строительной деятельности человека, послужившей основой для возникновения архитектуры, начинается с того времени, когда древние люди (неандертальцы), не довольствуясь созданными природой укрытиями (гротами, навесами скал и пещерами), стали приспосабливать эти укрытия для временного и постоянного обитания, т.е. строить жилища. Такие укрытия, относящиеся к среднем) палеолиту (200-35 - тысяч лет назад), археологически вскрыты во многих районах Центральной Азии: в Туркменистане (в Центральном Копетдаге), в Узбекистане (пещерные стоянки под Ташкентом и Самаркандом), в Таджикистане (многочисленные стоянки в Западной Фергане, в районе Ура-Тюбе - Истравшана, в Гиссарской и Вахшской долинах, в районе Дангары и других местах) [4].

Видный советский теоретик архитектуры А.К.Буров писал, что «… с жилища начинается архитектура. С жилища начинается город» [2]. Глубокая связь жилой (народной) архитектуры с хозяйственным укладом, климатом, строительными материалами, представлениями о комфорте и защищенности определили относительную устойчивость строительных и художественных

традиций, создали бытовую и эстетическую среду, в которой воспитывались и строители, и заказчики.

Созданные народом формы глиняных жилищ переводятся в культовые и дворцовые постройки при значительном увеличении размеров. Количественный переход к грандиозным масштабам - один из главных путей трансформации народных традиций в общественной и культовой архитектуре.

Необходимость перекрытия внутреннего пространства приводит к формированию стоечно-балочной и сводчато-купольной тектонических систем, в которых начинают возводиться как жилые постройки, так и общественно-культовые здания и сооружения.

Развитие абстрактного мышления, усложнение социальных отношений (в частности, в неолитических обществах, например, Саразма, древнейшего оседло-земледельского поселения эпохи позднего неолита на севере Таджикистана) отражаются в поисках форм культовых сооружений, роль которых принимают на себя, например, общественные хранилища зерна. расположенные обычно в центре поселений, и святилища тотемных предков.

Середину III тысячелетия до н.э. принято считать началом эпохи бронзы, которая не сразу распространилась по всему земному шару. Когда во всем Эгейском мире, Египте, Двуречье, Сирии, Китае и Индии уже наступил расцвет рабовладельческого общества, в большинстве европейских и азиатских странах еще сохранялся первобытнообщинный строй. Главной отличительной особенностью новой эпохи стало освоение древним человеком первого в своей истории металла - бронзы, сплава олова с медью.

Освоение бронзы сопровождается значительными социально-экономическими событиями в жизни первобытных земледельческих общин. Во-первых, в этот период начинается разложение первобытного родового строя. Во-вторых, в эпоху бронзы происходит общественное разделение труда между скотоводами и земледельцами, что ведет в дальнейшем к различиям в экономике, культуре, организации жилой среды, к особенностям в архитектуре. Благодаря использованию бронзовых орудий в архитектуре,

особенно при возведении ответственных сооружений - крепостей и храмов, выросла культура строительных работ. Рубящий и режущий инструмент из бронзы открыл самые широкие возможности обработки дерева, в том числе и для строительства. Обрабатывался и камень, что позволило перейти в ряде районов от глинобитных стен к каменной кладке насухо с точной подгонкой стандартных тесаных блоков (на Ближнем Востоке, Кавказе, Египте и др.) [3].

В земледельческих районах социальные процессы завершаются созданием первых земледельческих государств в Египте, Средней Азии, Индии, Китае, где складываются крупные города, развивается архитектура (например, Мемфис, столица раннего царства в Египте около III тыс. до н.э.) [1].

Вместе с дальнейшим ростом этих древнейших очагов культуры происходит взаимопроникновение традиций на огромной территории Ближнего и Среднего Востока, что ускоряет развитие первобытного общества в Центральной Азии (например, Саразм уже в пору позднего энеолита имел торговые меновые сношения с Юго-Западной Азией, Двуречьем и другими культурными регионами) [14].

В Средней Азии (как срединная часть Центральной Азии) эпоха бронзы – это период интенсивного развития производительных сил и производственных отношений. Помимо этого, Средняя Азия в этот период являлась ареной взаимных культурных влияний и ассимиляции культурных традиций между двумя культурно-хозяйственными зонами: степной (Южное Приаралье, т.е. древний Хорезм, Ферганская долина и горные районы Средней Азии) и оседлоземледельческой (Южный Туркменистан, Южный Узбекистан и Северный Афганистан). В долине реки Зеравшан происходило смешение этих названных двух культурно-хозяйственных зон и даже имеется версия о прямом влиянии культуры Южного Туркменистана в сложении раннеземледельческого оазиса в верховьях Зеравшана [5]. Поэтому культуры Средней Азии, в том числе на территории Таджикистана в эпоху энеолита и

бронзы, развивались в тесном взаимодействии друг с другом и с культурами близлежащих регионов.

В первой половине I тыс. до н.э. (IX-середина VI вв. до н.э.) в Средней Азии происходит распространение изделий из железа, ознаменовавшее собой начало новой исторической эпохи – раннего железного века, хотя полное вытеснение бронзы изделиями из железа происходит лишь в III-П вв. до н.э. Этот период характеризуется большими социально-экономическими и этническими изменениями, связанными с развитием Арианы. По утверждению академика АН Таджикистана Н.Н.Негматова, в IV-III тысячелетиях до нашей эры (т.е. 6-5 тысяч лет до нас) на территории Центральной Азии происходит полное становление земледелия и ирригации, образа оседлой жизни и труда, формирование оазисов, поселений и ранних городов, их жилищ, общественно духовных и административных центров; формируется первый блок необходимых для полноценного развития общества профессий, т.е. сформировался весь блок ремесленных профессий с сообществом профессионалов, в том числе в сфере строительного искусства, для создания и процветания полноценной цивилизации Арианы Средней Азии IV - III тысячелетий до нашей эры [10].

К концу этапа начинаются миграционные процессы из Арианы в разные регионы Евразии. Эти миграции ариев из Прародины, как отмечает Н.Н. Негматов в упомянутой нами книге, имели огромное этноязыковое и культурно-историческое значение фактически для всей Евразии, открывшей также свой новый историко-цивилизационный этап истории с огромным этническим, производственным и культурным наследием, с истечением времени создав поныне здравствующую большую индоевропейскую родственную этноязычную группу современных народов и наций с арийским корнем исторического происхождения.

На появление общественно-культовых зданий и сооружений оказало воздействие появление урбанизированных поселений, т.е. городов. Как отмечено в книге Р.С.Мукимова «Истоки зодческого искусства ариев

Центральной Азии», город - это порождение целой системы явлений в экономической и социальной жизни общества, он появляется только после формирования государства и сложения классов. Города - это центры ремесла и торговли, средоточие политической власти. Археологическими показателями существования городов являются общественные сооружения, связанные с административными пунктами города, социальное расслоение, документированное структурой самого поселение и неравенством погребального обряда его обитателей, наконец, письменность [9].

В эпоху бронзы и раннежелезного века в Центральной Азии формируются предпосылки для появления протогородских поселений, особенно в Маргиане, где наиболее показательна преемственность традиций ранних урбанизированных поселений, привнесенных иноплеменным населением из более развитых районов Ближнего Востока. Уже в энеолитическом поселении Геоксюрского оазиса Муллали-депе появляются черты поселения «протогородского» типа: совокупность кварталов многокомнатных домов, крепостные стены с башнями, развитие ремесла (керамическое производство), наличие общественных зданий и погребальных сооружений - толосов и др. [13]. Следует особо отметить, что геоксюрцы впервые в Средней Азии начали хоронить умерших в «фамильных склепах» - толосах - круглых в плане купольных постройках из кирпича, и эта традиция, по предположению В.И. Сарианиди, была привнесена иноплеменным пришлым населением из Юго-Западного Ирана [11].

Другой примечательной особенностью «протогородских» поселений Геоксюрского оазиса являются общественные здания со стенами двойной толщины (относительно жилых строений). По предположению исследователей, сооружения имеют общинный характер (родовое святилище или «мужской дом») [12].

Одним из интересных поселений Маргианы поры позднего энеолита и развитой бронзы (2100-1650 гг. до н.э.) является поселение Алтын-депе, которое в эпоху расцвета занимало площадь 46 га с населением 5 тысяч

жителей [7]. В эпоху бронзы Алтын был окружен укрепленной линией стен с полукруглыми башнями, где толщина стен достигала от 0.8 до 6 м (прототип оборонительных стен и башен). По словам В.М.Массона, в период расцвета поселение имело довольно четкую планировочную структуру, где в архитектуре заметно стремление к монументальности, к строгой геометричности [8]. Алтын состоял из четырех различных частей, каждая из которых резко отличалась от других планировкой и архитектурой построек, а также предметами материальной культуры. В частности, в поселении выделяются кварталы ремесленников, состоятельных горожан, знати и культовый комплекс.

Культовый центр существовал в Алтыне на протяжении нескольких поколений и трижды кардинально перестраивался. В конце III тысячелетия до н.э. культовый комплекс занимал площадь около одного тыс. кв. м. Его архитектурно-композиционным центром была четырехступенчатая башня, построенная из сырцового кирпича. Соорудили ее следующим способом: небольшой холм, содержащий культурные остатки времени позднего Намазга IV (середина и вторая половина III тыс. до н.э.), облицевали сырцовыми кирпичами и к этому холму пристроили башню. По фасаду в длину она имела 21 м, а её четыре ступени поднимались как минимум на 8 м. Башня была украшена пилястрами; своей архитектурой она явно напоминает знаменитые зиккураты Месопотамии.

На севере культовый центр отделялся от остального поселения изолированно стоящим домом с примыкающими к нему подсобными постройками. По предположению В.М.Массона, это было жилище главного жреца, так как оно напоминает дома из квартала знати; располагалось же это здание рядом с культовым комплексом. К югу от него найден большой погребальный комплекс, состоящий из ряда помещений. Тут и святилище со священным огнем, алтарем и предметами культа, и собственно гробница [13].

Как итог исследования Алтын-депе, ученые по ряду признаков городской культуры (социальная и имущественная дифференциация

населения, производство посуды для меновой торговли, наличие различных типов жилища, культового комплекса, мужских и астральных божеств, зарождение письменности в виде знаков и др.) сделали предположение о том, что Алтын-депе мог быть городом, характеризующим городскую цивилизацию древневосточного типа [13].

Поселение Саразм, как отмечалось выше, также является ранним городом (протогородом). Уже в 3000-2000 гг. до н.э. (эпоха ранней бронзы) на Саразме появляются элементы социальной дифференциации, получает развитие культовая идеология, проявившаяся в наличии культовых святилищ с алтарями, связанными с культами небесных светил Солнца и Луны. Более того, А.Исаков делает предположение о том, что в культовых воззрениях саразмийских общин зарождаются зороастрийские религиозные концепции, истоки которых связаны с эпохой ранней и развитой бронзы среднеазиатского региона [5].

В III тыс. до н.э. отмечается расширение культурных связей Саразма, простирающегося уже до культур Месопотамии, Хорасана, Белуджистана, Индии и др. В Саразме появляется ряд зданий, носящий общественный характер (храм, зернохранилище с четкой плановой структурой, возведенных из сырцового кирпича) [5].

Раннежелезный век знаменателен и тем, что именно в его недрах зарождались первые крупные объединения племен и формировались первые государственные образования, как, например, Хорезм, объединения восточноиранских племен, Древнебактрийское государство, в состав которого входили Маргиана и Согд. Объединение племен в государственные образования способствовало необходимости укрепления поселений, храмов и отдельных усадеб, появлению фортификационных сооружений для зашиты от других воинствующих племен [6].

Литература:

1. Бунин А.В. Градостроительство рабовладельческого строя и феодализма. – Т. I. /Изд. д. 2-е. - М.: Стройиздат, 1979, – 470 с.

2. Буров А.К. Об архитектуре. - М,: Стройиздат, 1960, – 279 с.
3. ВИА, в 12-ти томах. - Т. 1. - М.: Стройиздат. 1970, – 511 с.
4. История таджикского народа.-Том. I.-Душанбе: АН РТ, 1998,-752 с.
5. Исаков А.И. Саразм – заря цивилизации//Мероси ниёгон.-1992.-Душанбе. - № 1.
6. История таджикского народа. - Том. I.-Душанбе: АН РТ, 1998,-752 с.
7. Массон В.М. Раскопки на Алтын-депе в 1969 г.-Ашхабад, 1970,-275 с.
8. Массон В.М. Экономика и социальный строй древних обществ. – Л.: Наука, 1976. – 208 с.
9. Мукимов Р.С. Истоки зодческого искусства ариев Центральной Азии. - Душанбе: АН РТ, 2005, – 224 с.
10. Негматов Н.Н. Прародина ариев. - Душанбе, 2005, – 279 с.
11. Сарианиди Н.И., Кошеленко Г.А. За барханами - прошлое. - М: Наука, 1966, – 158 с.
12. Хлопин И.Н. Геоксюрская группа поселений эпохи неолита. - М.-Л.: Наука, 1964. – 335 с.
13. Шишкин И.Б. У стен Великой Намозги, - М.: Наука, 1977. - 250 с.
14. Мамаджанова С.М., Кожалиев А. Взаимодействие традиций кочевого мира и оседлых цивилизаций // Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования. – 2017. – № 4(40). – С. 203-211.

АСОСҲОИ ТАШАККУЛИ БИНОҲОИ ҶАМЪИЯТӢ ВА МАЗҲАБӢ

С.Р. Муқимова, Ҷ.Ш. Ғанизода

Дар мақола асосҳои ташаккули биноҳои ҷамъиятию мазҳабӣ дар асоси принсипи таърих, тарҳсозии раванди зиндагӣ аз нуқтаи назари мазҳабӣ ва фаъолияти ҷамъиятӣ мувофиқи навъи биноҳои муқарраршуда баҳогузорӣ шудааст.

Калимаҳои калидӣ: меъморӣ, санъати сохтмонӣ, таҳкимоти иншоот, биноҳои мазҳабӣ.

FUNDAMENTALS OF PUBLIC AND RELIGIOUS BUILDINGS

S.R. Mukimova, J.Sh. Ganizoda

The article deals with the fundamentals of public and religious buildings, which are based on the historic principle, models the life processes, on the basis of the concept of culture as a social activity, which correspond to the certain types of buildings.

Keywords: architecture, art, building fortifications, religious buildings.

Сведения об авторах:

Мукимова Сайёра Рустамовна – доктор архитектуры, доцент кафедры «Архитектура и дизайн» ТТУ имени академика М.С. Осими. E-mail: msayora72@mail.ru, мобильный тел: 907 72 19 06.

Ганизода Джамшед Шуджоат – кандидат архитектуры, доцент, ректор Государственного института изобразительного искусства и дизайн Таджикистана. E-mail: info@artdesign.tj, тел: (+992 37) 221 72 43.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ УГОЛЬНОЙ И ДРЕВЕСНОЙ ЧАСТИЦЫ

Мухиддиниён Пулод Мухиддин[1], С.М. Назаров[2], А.З. Иброхимов[2]

(Директор группы реализации проектов строительства энергетических сооружений при Президенте РТ[1], Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими[2])

Разработка экспериментального метода исследования сгорания одиночных угольных и древесных частиц, позволяющий определить реакционную способность угля и древесины разных типов.

Ключевые слова: *газификация, угольная частица, древесина, экспериментальные исследования, реакционная способность.*

Исследование сложного физико-химического процесса горения угольной пыли в топочной камере затруднительно. Широкое применение нашли экспериментальные исследования горения одиночной частицы как экспериментальной составляющей пылевого факела.

В топочной камере сжигаются мелкие частицы с ограниченным количеством воздуха в пределах величины коэффициента избытка воздуха от 0,2 до 1.2 при наличии в реагирующей смеси продуктов сгорания $CO_г$ и CO, а также с $CO_г$ с образованием CO. Выходящие из частиц летучие и образовавшаяся в процессе горения окись углерода сгорают в газовой фазе.

Частицы находятся в тепловом взаимодействии конвекцией с окружающей газовой средой и вместе с ней во взаимодействии излучением топочными газами и экранной системой в топочной камере [1.2].

Однако экспериментальные исследования были проведены в условиях, отличающихся от топочных. Исследовалось горение крупных сферических частиц углерода диаметром от 10 – 15 мм и больше, при сжигании которых усиливается роль внутреннего реагирования. Крупные частицы также характеризуются малой величиной удельной поверхности, приходящейся на единицу массы, что усиливает стахановской поток за счет выхода большого количества выделяющихся водяных паров и летучих через единицу поверхности частиц. Одновременно с этим в принятой физической модели имели значительные отклонения от условий горения в камерной топке. В лабораторных экспериментах горение угольной частицы протекало при очень больших избытках воздуха, вследствие чего температура газовой среды не изменялась или изменялась мало; имеющая место в топочной камере рециркуляция продуктов сгорания не производилось, что привело к завышенному значению начальной концентрации кислорода в газовой среде.

Следует также отметить, что в экспериментальных исследованиях вообще трудно воспроизводить горение частицы в условиях, близких к топочным. Практически невозможно осуществить горение отдельной частицы, в особенности угольной пылинки, при ограниченном избытке воздуха.

Фото 1. Эксперементальный стенд горения угольной пыли в топочной камере

Трудным является также контролирование протекания процесса, в частности контролирование температуры частиц и концентрации газовых реагентов у поверхности, изменение массы и размеров пылинок в процессе

выгорания и пр. все это затрудняет обобщение опытных данных и выявление закономерностей протекания процесса. Поэтому полученные разными исследователями результаты по скорости горения и влияния различных факторов на выгорание частицы сильно различаются. Кроме того, в этих исследованиях невозможно выявить динамику процессов горения частиц угольной пыли, носящего скоротечный характер [2].

Учитывая изложенное, представлялось, что для более полного учета сложных условий горения частицы плодотворным может быть привлечение и аналитических методов исследования.

Однако для таких исследований необходимо иметь достаточно полное представление о физической модели изучаемого процесса и знать закономерности протекания отдельных стадий горения для аналитического описания процесса в условиях близких к топочным. Поэтому в дальнейшем проводились параллельно экспериментальные и аналитические работы по исследованию отдельных явлений и горения частицы в целом.

В аналитических исследованиях для возможности получения окончательных решений принимались те или иные упрощения и предположения, что вносило искажение в математическое моделирование.

Например, принималось, что температура среды постоянна, горение протекает в одном предельных режимов: кинетическом или диффузионном; не учитывались вторичное реагирование и теплоотдача излучением. Это не могло не вносить искажение в результат и выводы [3].

Вместе с тем в экспериментальных работах были получены важные сведения о протекания процесса горения по отдельным стадиям (выходи горение летучих, внутреннее реагирование, вторичное реагирование, превращения золы в процессе горения и пр.), а также данные по кинетическим и диффузионным характеристикам. В ряде аналитических работ также были получены определенные результаты, расширяющие представления о горении частицы.

Было исследовано горение неподвижно закрепленной частицы углерода с начальным диаметром 16 ммв вынужденном потоке. При малых скоростях потока, не превышающих 0,3 – 0,4 м/с, горение частицы происходило сравнительно равномерно и шар был окутан тонкой светящейся пленкой. При скоростях свыше 2 м/с выгорание частицы становилось все более несимметричным. Горение частиц, практически происходило только с лобовой стороны и очень мало с тыльной части, а от шарика вдоль по потоку тянулся светящийся хвоста образный след газовой пламени[4.5]. Наличие газового пламени указывает на то, что в процессе реагирования на лобовой стороне частицы на ряду с углекислотой образуется и окись углерода, которая сдувается потоком и, сгорая , препятствует подводу кислорода к тыльней части шара, а следовательно и горению этой части.

Экспериментально обнаруженное появление пламени за частицей , горящей в потоке, и голубоватого вокруг частицы, реагирующей в неподвижной среде, было объяснено образованием окиси углерода и углекислоты в процессе первичного реагирования углерода с кислородом и последующим горением CO.

Таким образом, существуют два режима горения частицы: при малых скоростях обтекания ($\mathrm{Re} < 100$) происходит с наложением процесса горения окиси углерода на процесс горения углерода. При больших скоростях обтекания горение окиси углерода пространственно отделяется от горения углерода.

При горении мелких частиц благодаря высокой интенсивности тепло – и массообмена основная доля летучих выделяется и диффундирует в окружающую среду, где образуя горячую смесь , сгорает в газовом объеме.

В случае горения крупных частиц размером более 0,5 – 1 мм вследствие недостаточно интенсивного диффузионного обмена летучие воспламеняются ококло поверхности в пределах пограничной пленки и выгорают на небольшой период времени, составляющей примерно 10% времени полного сгорания частицы.

При горении мелких частиц были поставлены эксперименты по исследованию воспламенения индивидуальных пылинок фотографированием их при падении в кварцевой трубке в среде с высокой температурой. Было установлено, что с увеличением размера частиц время воспламенения увеличивается.

Были измерены температуры горящих частиц диаметром 0,1 – 1мм при температуре газовой среды 1200 – 1800 К и концентрации кислорода 21 – 5%. Установлено, что температура частицы превышает температуру газовой среды.

Исследование горения с ограниченным количеством воздуха позволило получить результаты, характерные для практики пыле сжигания. Получено, что период индукции увеличивается с увеличением размера частиц и избытка воздуха, а температура воспламенения понижается с увеличением размера частиц, тогда как в ранее проведенных исследованиях относительно зависимости температуры воспламенения от диаметра для мелких частиц был получен противоположный результат, что объясняется наличием большого избытка воздуха [4].

Проведено экспериментальное исследование процессов горения угольной и древесной частицы, изучено его поведение на всех стадиях процесса. Исследованы теплофизические свойства угольной и древесной частицы, необходимые для расчетного анализа процессов горения и для расчетов топочных устройств. Пик выхода летучих для большинства древесных топлив приходится на 350-370°С. Оценена зависимость времени прогрева частицы, выхода летучих и выгорание коксового остатка от температуры, и фракционного состава топлива.

Экспериментальные исследования проводились следующим образом. В фарфоровую трубку, помещенную в графитовую печь, после нагрева потока воздуха до определенной температуры и выключения печи подавалась угольная пыль и измерялась температура реагирующей смеси на выходе трубки. Разность между температурой реагирующей смеси на выходе из

трубки и температурой на входе в нее АТ, определенная с поправкой на нагрев пыли, характеризует развитие процесса реагирования. За температуру воспламенения принималось значение начальной температуры воздуха, при которой разогрев АТ достигает критической величины $АТ_{К,}$ определяемой по стационарной теории теплового самовоспламенения [5].

Таким образом, из работ по исследованию процессов горения одиночной частицы можно сделать следующие выводы.

1. В процессе горения изменяется температура частиц и газовой среды, причем температура частиц может значительно превышать температуру среды.

2. Первичными продуктами реагирования углерода с кислородом являются CO_2 и CO. При повышении температуры выход CO увеличивается. При высоких температурах углерод реагирует с CO_2 с образованием CO. Окись углерода, образованная при первичном реагировании, может догорать в газовой среде

3. Проведено исследование внутренней структуры коксовых частиц древесины после пиролиза. Доказана высокая активность коксовых частиц йодным методом (до 60%), т.е. внутренняя поверхность частиц достигает 400-^-500 м /гр. При горении мелких коксовых частиц (<1-10" м) в кинетической и промежуточной областях реагирования в горении участвует и внутренняя поверхность кокса, поэтому изменяются не только наружные размеры, но и кажущуюся плотность частиц кокса, что влияет на эффективность сепарации в топке.

Литература:

1. Горение углерода. Под ред. А.С. Предводителева. Изд-во АН СССР, 1949. 407 с.

2. Блинов В.И. О механизме горения углеродных частиц при атмосферном давлении. Известия ВТИ, 1937, №7 (95) с.8-17.

3. Бабий В.И., Попова И.Ф. О некоторых особенностях выгорания мелких фракций угольной пыли. – «Инженерно-физический журнал», 1971, т.21, №3. С.411-418

4. Кацнельсон Б.Д., Мароне И.Я. О воспламенении и горении угольной пыли. – «Теплоэнергетика», 1961, № 1, с.30-33

5.Кацнельсон Б.Д., Мароне И.Я. Влияние давления и концентрации кислорода на воспламенение и горение мелких угольных частиц. – «Теплоэнергетика», 1964, № 1, с.11-15

ТАДҚОТИ ФИЗИКӢ-КИМИЁВИИ РАВИШИ СӮЗОНИДАНИ ЗАРРАЧАҲОИ АНГИШТ ВА ЧӮБ

Муҳиддиниён Пӯлод Муҳиддин, А.З. Иброҳимов, С.М. Назаров

Дар мақолаи мазкур рушди усули таҷрибавӣ барои омӯхтани сӯзишвории яклухт ва ангишт, ки имкон медиҳад, муайян кардани реаксияҳои ангишт ва ҳезум аз намудҳои гуногун имконпазир гардад.

Калимаҳои калидӣ: газигарӣ, ҷисми ангишт, ҳезум, таҳқиқоти таҷрибавӣ, реактивӣ.

INVESTIGATION OF THE PHYSICO-CHEMICAL PROCESS OF COMBUSTION OF A COAL AND WOOD PARTICLES

Mukhiddiniyon Pulod Mukhiddin, A.Z. Ibrokhimov, S.M. Nazarov

Development of an experimental method for studying the combustion of single coal and particles, which makes it possible to determine the reactivity of coals and woods of different types.

Keywords: gasification, coal particle, experimental studies, coal reactivity.

ИСПЫТАНИЯ АНКЕРОВ ПО ФРАНЦУЗСКИМ НОРМАМ FIP И НАТЯЖЕНИЕ АНКЕРОВ

Р. Наджибуллохи, А.Д. Рахмонов

(Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии АН РТ, Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими)

В статье представлены испытания на соответствие условиям эксплуатации, производящиеся до начала массовой установки анкеров. Испытания предварительно-напряженных анкерных конструкций проводились по результатам сопоставления и анализа данных, полученных

опытным и теоретическим путем. Использование композитной арматуры в роли тяжей предварительно-напряженного анкера позволит избежать процесс коррозии, которой подвержены стальные анкера при высоких напряжениях и переменных нагрузках в агрессивных средах, а также снизить затраты на их установку за счет отсутствия проведения антикоррозионных мероприятий.

Ключевые слова: *анкерные крепления, натурные испытания, эффективная длина, однородные грунты, измерения, графики, время.*

Непременным условием для успешного и качественного выполнения анкерных креплений, обеспечивающих соответствие усилий и долговечности анкеров проектным параметрам, является испытание анкерных устройств, как до начала массовых работ, так и в процессе выполнения и приемки этих работ. Различные стандарты классифицируют испытания по их задачам, времени выполнения и количеству проводимых испытаний, следующим образом. По французским нормам [1] испытания делят на 4 этапа:

-предварительные испытания;

-испытания на соответствие,

-контрольные испытания;

-испытания во время натяжения.

Рекомендации FIP [1-2] указывают 3 типа испытаний, аналогичных французским рекомендациям:

-предварительные лабораторные и натурные испытания;

-испытания (натурные) на соответствие условиям эксплуатации;

-рутинные, т.е. приемочные испытания при натяжении каждого анкера. Испытания по указанным рекомендациям имеют сходные задачи, содержание и способы их решения излагаются ниже.

Предварительные испытания

Целями предварительных [1], либо поверочных [3-4], испытаний являются:

-подтверждение соответствия реальных коэффициентов безопасности, априори принятым в проекте анкерного крепления;

-определение рабочих усилий в анкере с учетом коэффициентов запаса.

По французским нормам [1] предварительные испытания не всегда являются обязательными (скальные породы, пески) испытаними на соответствие условиям эксплуатации. Предварительные (поверочные) испытания выполняются в заводских или лабораторных условиях (испытания отдельных элементов) или в условиях строительной площадки и должны включать изучение всех параметров анкерной конструкции, как для постоянных, так и для временных (преднапряженная арматура) ПНА. Испытаниям подвергается не менее 3-х анкеров; каждое испытание с выдержкой нагрузки и измерениями удлинений и перемещений анкера (при достаточной прочности замка анкера P_{lim}) доводится до нагрузки $\approx 0{,}95P_{ult}$; каждое испытание желательно (если позволяют параметры анкера и натяжного оборудования) доводить до извлечения анкера из грунта для уточнения сведений о величине свободной длины, конфигурации, длине и форме разрушения зоны сцепления (заделки), состоянии антикоррозионной защиты. Анкеры для поверочных (предварительных) испытаний изготавливаются дополнительно к проектному количеству рабочих анкеров; результаты испытаний должны быть получены и интерпретированы до начала основных работ по анкерованию.

Анкеры для предварительных испытаний никак не могут считаться рабочими анкерами, даже если они не извлечены в конце испытаний, тем не менее, были подвергнуты значительным нагрузкам, зона сцепления у них уже нарушена, следовательно, эти анкеры не обеспечат необходимое рабочее усилие при их длительной эксплуатации.

Пассивные анкеры не подвергаются поверочным (предварительным) испытаниям, а только контрольным испытаниям в количестве 10% от серии анкеров в сходных условиях с одинаковыми проектными параметрами.

Испытания на соответствие условиям эксплуатации

Натурные испытания на соответствие условиям эксплуатации [4], по методике и интерпретации результатов практически повторяют предварительные испытания по французским нормам [1], и дают наиболее важные сведения о реальных параметрах анкерного крепления с учетом свойств грунтов (пород), свойств материалов анкеров, технологии и качества буровых и инъекционных работ.

На основании результатов этих испытаний определяются следующие важные параметры анкерного крепления:

-предельная нагрузка на анкер по замку P_{lim};

-эффективная длина свободной зоны (реальная длина заделки) l_{eff};

-устанавливается допустимая (с учетом необходимых запасов) величина рабочего усилия P_w; (здесь и в дальнейшем под рабочим усилием P_w понимается расчётная величина анкерного усилия, принятая в проекте);

-определяются величины остаточных деформаций Δl_{perm}, необходимые для дальнейших рутинных (приемочных) испытаний при натяжении рабочих анкеров.

Испытания проводятся для каждого типа анкеров и для каждой категории анкеруемых пород (для каждой "расчётной зоны") [3]. Например, вертикальные анкеры водобойной плиты и наклонные анкеры стены колодца не являются одинаковыми (рис.1), также как и анкеры в разных слоях грунта (рис. 2).

Рисунок 1-2. 1) однородный грунт. 2) двухслойная среда.

Количества испытываемых анкеров определяется в зависимости от числа анкеров в каждой "расчётной зоне". По французским нормам [1] для этого используется табл.1.

Таблица 1.

Общее число анкеров в расчётной зоне	Число испытаний анкеров N
1 до 200	2
201 – 500	3
501 – 1000	4
1001 – 2000	5
2001 - 4000	6

По рекомендациям FIP [1], количество испытываемых анкеров для каждой расчётной зоны определяется из таблицы 1-2 в процентах от количества анкеров определенных категорий табл. 1.

Таблица 2.

Количества испытаний на соответствие условиям эксплуатации

Количество рабочих анкеров в одной фундаментной зоне	Количество испытываемых анкеров в % от количества рабочих анкеров		
	1	2	3
< 20	-	-	-
20 >	1	1,5	2

Испытываемые анкеры выбираются из уже подготовленных анкеров, либо специально изготовленных. При этом методы бурения, наклон, длина заделки, технология сборки, установки и инъекции таких анкеров должны быть идентичны серийным проектным (рабочим) анкерам на объекте. Однако повторное их натяжение в качестве рабочих анкеров не допускается.

Последняя не может выполняться до интерпретации результатов испытаний и учета их в проекте анкеровки.

Точность измерений усилий и перемещений должна составлять:

- для перемещений относительно независимой базы в осевом направлении – 0,02 от $\Delta l_{теор}$ (практически эти измерения выполняют с помощью индикаторов часового типа с точностью 0,002 мм или прогибомерами с точностью до 0,01 мм);
- усилия натяжения в анкерном тяже должны измеряться с точностью 3% от $P_{исп.}$

При измерениях следует учитывать влияние измерений температуры.

Методика предварительных испытаний (на соответствие условиям эксплуатации) по [2-5], заключается в следующем:

1) в анкере, снабженном приборами для измерения усилий и перемещений конца анкера относительно независимой базы, создается начальное усилие

P_o= (0,1-0,2) $P_{исп}$ где: $P_{исп}$ –максимальная испытательная нагрузка, при этом $P_{исп} < 0,95\ P_{ult}$(французские нормы [1] рекомендуют $P_{исп} \le 0,9\ P_{тек}$).

Интервал от P_o до $P_{исп}$ разбивается на 6-10 ступеней нагрузки ΔP_i;

2) производится нагружение до заданной ступени и при поддерживаемой постоянной величине усилия производятся наблюдения (измерения) увеличивающихся перемещений в течение периода времени n Δt, где n имеет значения 1 или 10; проводят обычно 2 серии испытаний – при Δt и 10Δt; (Δt – табл. 3).

3) после выдержки и замеров на каждой ступени производится разгрузка анкера до "P_o" с замером соответствующих остаточных деформаций $\Delta l_{ост}$. В результате нагружений и измерений получают график Δl = f ($P_{исп}$) для каждой из серий при Δt и 10Δt (рис.3).

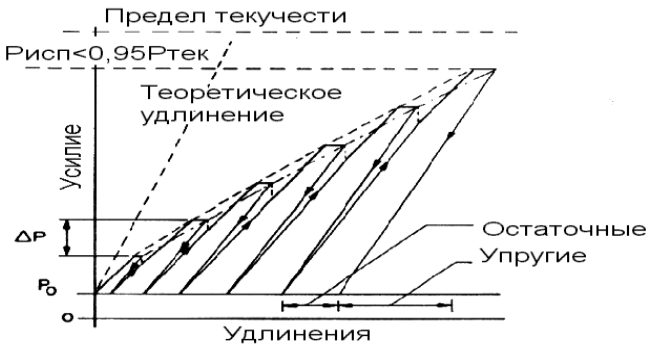


Рисунок 3. Диаграмма "удлинение – усилие" по результатам испытаний на соответствие условиям эксплуатации.

Минимальное время наблюдений Δt во время испытаний по рекомендациям FIP приведены в табл. 3.

Таблица 3.

Минимальное время наблюдений при испытаниях на соответствие условиям эксплуатации.

Тип грунта	**Время, Δt мин.**
Скальные породы и несвязные грунты	5
Грунты слабо-связные и плотные	15
Глины и глинистый ил нормальной плотности	180

Диаграмма результатов испытаний используется для определения:

- предельной прочности анкера по замку P_{lim};
- остаточной деформации $\Delta l_{ост}$;
- эффективной свободной длины анкера $l'_{эфф.}$

Определение предельной прочности по замку P_{lim} производится по графику приращений деформаций (рис.4) $\Delta l'$, построенному на основе измерений на каждой ступени для серий испытаний при Δt и $10\Delta t$.

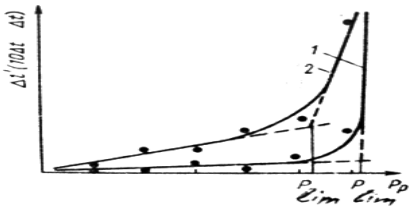


Рисунок 4. График приращений смещений анкера для определения Plim.

Рабочее усилие в анкере Pw может быть определено из условия Pw≤0,9 Plim и одновременно Pw=Plim/S; при этом принимается меньшее из полученных значений. Эффективная свободная длина l'эфф (глубина анкеруемой зоны) определяется на основе графика (рис. 5) Δlупр = f (Px) и Δlост= f (Px) по прямой линии, соединяющей точки А и Х.

$$lэфф = \Delta l \times F \times E / [P(x)-Po - R]$$

где

Δl(x) – упругое удлинение анкера при нагрузке P(x);

F и E – соответственно площадь сечения и модуль упругости анкерной стали;

Po- начальная нагрузка при испытаниях; R - потери усилия на трение в анкере (участок (А-А').

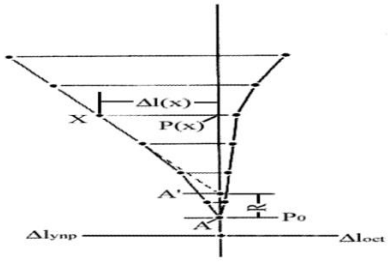


Рисунок 5. График упругих и остаточных удлинений для определения эффективной свободной длины анкера l'эфф.

До достижения нагрузкой предельного значения Plim эффективная свободная длина анкера будет находиться в следующих пределах:

$$l_{эфф} = 0{,}9\, l_{расч} \text{ и } l_{эфф} = l_{расч} + К\, l_{зад},$$

где

К =0,5 для анкеров с передачей усилия на породу через сцепление;

К = 1,1 для типов анкеров с механическим закреплением пяты анкера;

$l_{расч.}$ *– проектная длина заделки анкера.*

В зависимости от грунтовых условий и результатов предварительных испытаний для проверки работы анкера могут проводиться длительные по времени испытания. Остаточное удлинение $\Delta l_{ост}$ используется для приемочных испытаний каждого рабочего анкера и регистрируется в журнале (акте) приемки анкеров.

Приемочные испытания анкера

Эти испытания предназначены для оценки эксплуатационных характеристик рабочих анкеров, за основу этой оценки берутся результаты предварительных (испытаний на соответствие).

Испытаниям на приемку подвергаются все анкеры. Нормы FIP рекомендуют следующие типовые испытания на приемку (рис.6), суть которых заключается в нагружении анкера до начальной нагрузки P_o, затем до испытательной нагрузки $P_{исп}=0{,}9\, P_{lim}$.

При сохранении $P_{исп}$ в течение времени "n Δt" измеряются удлинения Δl и $\Delta l'$ на участке нагружения в течение времени n Δt; при разгрузке до начального усилия "P_o" измеряются и фиксируются остаточные деформации $\Delta l_{ост}$.

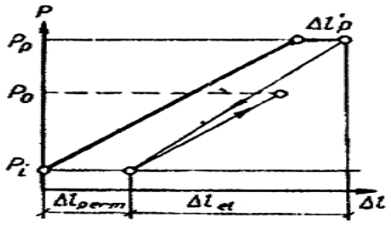


Рисунок 6. График для приёмочных испытаний по [4].

Полученные результаты должны соответствовать удлинениям и, особенно, остаточным удлинениям в испытаниях на соответствие.

Французские рекомендации [1] рекомендуют несколько иной способ определения предельной прочности анкера по замку.

По этому способу проводятся испытания на соответствие с нагружением анкера 10-ю ступенями по $0,1P_т$ до значения $0,9P_т$ с выдержкой на ступенях и измерениями удлинений в течение 1 часа (рис.7) без разгрузки анкера до"P_o".

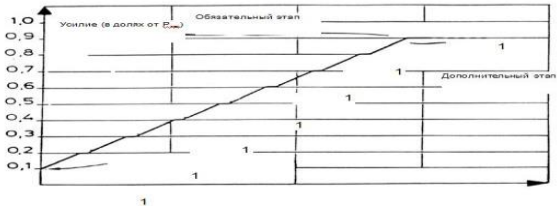


Рисунок 7. Диаграмма "удлинение–усилие" в испытаниях на соответствие по [2-4].

По окончании испытания строится график (рис.8) в полулогарифмических координатах и определяется угол наклона α для периода t1+1' – t1+60' для каждой ступени нагрузки.

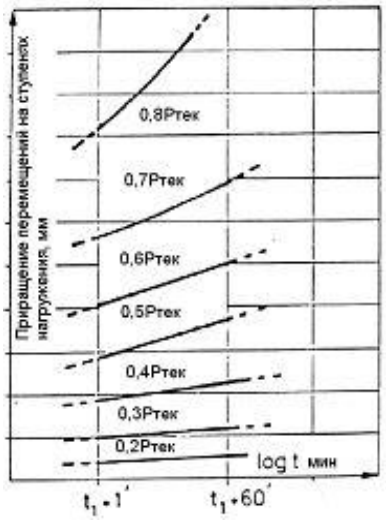


Рисунок 8. Приращения перемещений на ступенях нагружения (кривые ползучести) [3].

По этим результатам строится график (рис.9) (α - угол наклона кривых ползучести)

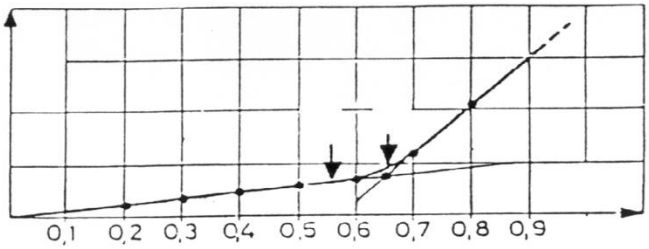


Рисунок 9. Определение предельной прочности анкера по замку Plim, по [5].

Точка перелома этого графика Pc = 0,9 Pc' соответствует Plim - предельной прочности анкера по замку, рабочее усилие в анкере Pw = 0,9 Plim.

Кроме того, французские нормы [1] требуют проведения контрольных испытаний в ходе работ по анкеровке на части анкеров в целях оценки качества выполнения их заделок. Испытываются серии до 20 анкеров при минимальном числе 3 анкера для одной строительной площадки.

Во время натяжения анкера одним из этапов работ является нагружение анкера испытательной нагрузкой Рисп. При проведении контрольных испытаний временных анкеров испытательная нагрузка Рисп.= 1,2Pw (по рекомендациям FIP [1-3], Рисп.= 1,25 Pw) выдерживается 1 час; для постоянных анкеров Рисп.= 1,3Pw (по рекомендациям FIP [1-2], Рисп.= 1,5Pw) выдерживается 2 час. Критерием качества заделки является приращение удлинений за указанные выше промежутки времени 1 час и 2 часа не более 1,5 мм и линейность диаграммы "удлинение – время". Если эти критерии не удовлетворяются, анкер не может быть использован и должен быть заменен.

Литература:

1. Fédération Internationale du Béton (fib-Fr) Германия (Deutsches Institut für Bautechnik) Анкеры FAZ, FH,FHB – Fischer; HAD, HSL, HST – Hilti.

2. Вишневский П.Ф. Современные методы анкерного крепления в строительстве — М. Воениздат, 1981. — 246 с.

3. А.А.Гвоздева. Анкерные крепления к бетону. НИИЖБ 2010 г

4. ГОСТ Р 56731-2015г Анкеры механические для крепления в бетоне

5. Зубкова В.И. Подземные сооружения, возводимые способом «стена в грунте» //— Л. Стройиздат, 1987.

ТАДҚИҚОТИ САНҶИШИ АНКЕРҲО БО МЕЪЁРИ ФАРОНСАВӢ ВОБАСТА АЗ ТАРАНГШАВИИ АНКЕРҲО

Р. Наҷибуллоҳи, А.Д. Раҳмонов

Дар мақола нишондоди озмоиш дар шароити мутобиқати истифодаи истеҳсолӣ то насби анкерҳо оварда шудааст. Шиддати пешакии анкерҳо дар конструксия гузаронида шуда, бо натиҷаҳои муқоисавӣ ва нишондод ба тариқи таҷрибавӣ ва теоритикӣ натиҷаҳо гирифта шудааст. Барои кам кардани харочоти васли онҳо ба тариқи ивази таноби ғайриметаллӣ чорабиниҳо гузаронида шудааст.

Калимаҳои калидӣ: насбкунии анкерҳо, санҷишҳои ҳақиқӣ, дарозии самаранокӣ, хокҳои ҳамҷоя, андозагирӣ, графикҳо, вақт.

TESTS OF ANCHORS BY FRENCH NORMS FIP AND TENSION OF ANCHORS

R. Najibullohi, A.D. Rakhmonov

The article presents tests for compliance with operating conditions before the beginning of mass installation of anchors. Pre-stressed anchor structures were carried out based on the results of comparison and analysis of data obtained by an experienced and theoretical method. The use of composite reinforcement in the role of strands of a prestressed anchor will avoid the corrosion process, which affects steel anchors at high voltages and variable loads in corrosive environments, and also reduce installation costs due to the absence of anticorrosive measures.

Keywords: Anchor fixing, full-time testing, effective length, homogeneous soils, measurements, graphics, time.

Сведения об авторах:

Наджибуллохи Рузи – Институт геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии АН РТ. E-mail: Najibullo90@yahoo.com

Рахмонов Ахмаджон Джамолиддинович – к.т.н., старший преподаватель кафедры «Промышленное и гражданское строительство». E-mail: ahmadjon2903@mail.ru

РАСЧЁТ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЛОГИХ ОБОЛОЧЕК

О.Р. Нуманов

(Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими)

В статье приведены технико-экономические расчёты пологих оболочек положительной гауссовой кривизны в качестве покрытия промышленных зданий применительно к сейсмическим районам. В качестве аналога приняты наиболее экономичные плоскостные конструкции из типовых

железобетонных плит и металлических ферм, а также плоскостное металлическое покрытие из структурных пространственных элементов. Экономичность конструкций покрытия определяется комплексным показателем, отражающим эффективность использования производственной площади перекрываемого здания за счёт укрупнения сетки колонн и экономичность строительного решения здания с пространственным покрытием в сравнении с аналогом.

Ключевые слова: *технико-экономический расчёт, затраты труда, плита, пологая оболочка, покрытие, расход материалов, себестоимость, сетка колонн, содержание, строительство, единовременные затраты, капитальные вложения, эффективность, пространственные конструкции.*

Эффективность применения пространственных конструкций может быть определена путём сопоставления её с конструкцией – аналогом. В качестве основного показателя экономичности строительного решения принимаются приведённые затраты, которые определяются по формуле

$$П = С + С_к + КЕ_н + (М/Е_н) \quad (1)$$

где

С – себестоимость СМР в деле без учёта плановых накоплений, приведённая к году окончания строительства;

$С_к$ – стоимость капитального ремонта, приведённая к году окончания строительства, определяемая по формуле

$$С_к = \sum_{i=1}^{n} \frac{c_{ki}}{(1+\varepsilon_{Hn})^{it}},$$

где

с-разовая стоимость i – го капитального ремонта;

$n = \frac{T}{t}$ – число ремонтов за срок службы;

Т –срок службы здания;

t – межремонтный срок;

ε_{Hn} –коэффициент приведения разновременных затрат, равный 0,08;

К - капитальное вложение в базу, приведённое к году окончания строительства;

М – среднегодовые эксплуатационные расходы, связанные с текущим содержанием здания, с отоплением, вентиляцией и др.

Рассмотрим применение пологих оболочек общими размерами в плане 90х90 м, с сеткой колонн 30х30 м, без подвесного транспорта и без фонарей (Вариант I).

В качестве аналога приняты наиболее экономичные плоскостные конструкции:

а) покрытие из типовых железобетонных плит размерами 3х6 м и металлических ферм пролётом 24 м с металлической подстропильной фермой пролётом 24 м; общими размерами в плане 96х96м, с сеткой колонн 24х24 м (Вариант II);

б) плоскостное металлическое покрытие из структурных пространственных элементов размерами 24х12 м, по трубам-стойкам с металлическим профилированным настилом, общими размерами в плане 96х96м, с сеткой колонн 24х24 м (Вариант III).

Для плоскостных конструкций расчётная нагрузка принята 2,50 кН/м^2 (без учёта собственного веса). Район строительства – г. Душанбе, сейсмичность района 9 баллов.

Приняты следующие накладные расходы на:

-общестроительные работы - 17,6%;

-металлоконструкции - 8,3%;

-плановые накопления - 6%;

-заготовительно – складские расходы - 2%.

Для сравниваемых вариантов покрытия приняты: утеплитель – полужёсткие минераловатные плиты ПП марки 150 (толщиной 3 см). В случае применения пенобетонных плит устраивается цементная стяжка толщиной 1,5 см. Кровля рулонная в 3 слоя рубероида.

Вводим коэффициенты:

1. Для сравнения I и II вариантов:

а) для плоскостной ячейки

$$К_{ячейки} = \frac{30x30}{24x24} = \frac{900}{576} = 1{,}5625;$$

б) для здания в целом

$$К_б = \frac{90x90}{96x96} = \frac{8100}{9216} = 0{,}8789.$$

2. Для сравнения I и III вариантов:

а) для плоскостной ячейки

$$К_я = \frac{30x30}{24x12} = \frac{900}{288} = 3{,}125;$$

б) для здания в целом

$$К_б = \frac{90x90}{96x96} = \frac{8100}{9216} = 0{,}8789.$$

Технико-экономические показатели покрытия здания с применением оболочек положительной Гауссовой кривизны размерами 24 х 24 м приведены в табл. 1.

Таблица 1.

№ п/п	Конструктивные элементы и виды работ	Расход материалов на 1 м^2		Стоимость в деле, долл*/м^2	Затраты труда на стройплощадке, ч/час/м^2
		бетон, см,	сталь, кг		
1	Контурные фермы	-	12,58	4,24	0,0977
2	Монолитный бетон	0,0817	6,1	23,4	0,01144
	Итого на покрытие:	0,0817	18,68	27,64	0,10914
3	Стеновые панели	0,0036	0,9	3,12	0,12
4	Кровля с утеплителем	-	-	4,3	0,79
	Всего:	0,0853	19,58	31,94	1,0194

**Примечание: Далее в качестве единицы стоимости принят доллар США.*
Расчёт количественных показателей для табл.1.
Расход материалов на 1 м^2 покрытия.

Вес 1 контурной фермы пролётом 30 м - 2830 кг, площадь 1 оболочки размером в плане 30х30 = 900 м^2

$$\frac{4Рф}{Fоб} = \frac{4x2830}{900} = \frac{11320}{900} = 12{,}58 \text{ кг}$$

$$F_{об} \text{ х } \delta_{об} = (24{,}6х24{,}6) + (3х27х4) = 73{,}53$$

$$\delta_{об} = 0{,}06 \text{ м}; \ \delta_{конт} = 0{,}12 \text{ м}; \ F_{ср} = 24{,}6х24{,}6;$$

$$\frac{Fобx\delta об}{900} = \frac{73{,}53}{900} = 0{,}0817.$$

Расчёт стоимости в деле.

Отпускная цена для 1 фермы оболочки пролётом 24 м составляет 676 долл., а для оболочки пролётом 30 м – 847 долл. США.

Заготовительные расходы для оболочки пролётом 24 м составляют 86,6 долл./5/, а для оболочки пролётом 30 м – 72,5 долл. Расчётная себестоимость для оболочки пролётом 30 м будет:

$$C = 847 + 72,5 = 919,5 \text{ долл.}$$

Тогда на 1 м^2 она составит $\frac{919,5x4}{900} = 4,087$ долл.,

где

4 – количество ферм –диафрагм для пологой оболочки.

Затраты труда.

56,26 чел/дн – затраты труда для оболочки 24х24 м

$$\frac{56,26xКя}{900} = \frac{56,26x1,5625}{900} = \frac{87,9}{900} = 0,0977;$$

615,5 м^3 – объём бетона для оболочки 24х24 м (на всё здание);

662 м^3 – объём бетона для оболочки 30х30 м;

9,57 ч/час – затраты труда на стройплощадке для бетонирования оболочки 24х24 м. Тогда для оболочки 30х30 м они составят:

$\frac{662x9,57}{615,5} = 10,3$ ч/час или на 1 м^2 0,01144 ч/час.

Показатели эффективности конструктивного решения покрытия здания с применением монолитных оболочек положительной Гауссовой кривизны размерами в плане 30х30 м.

Таблица 2.

Элементы здания	Себестоимость С, долл. США	Стоимость капитальных ремонтов $С_к$, долл. США	Единовременные затраты (капитальные вложения) приведённые к годовой размерности, долл. США	Эксплуатационные расходы $М/Е_н$, долл. США	Приведённые затраты П, долл. США
Здание (без рулонного ковра)	35,1–4 = 31,1	-	3,14	2,634	36,9
Рулонный ковёр	4,0	2,37	0,36	4,076	10,806
Итого	35,1	2,37	3,50	6,71	47,68

$Е_н = 0,12$ – нормативный коэффициент эффективности;

$КхЕ_н = \frac{134741}{8100}$ х0,12 = 16,63х0,12 = 1,992,

где

134741 долл. США – удельное капитальное вложение /1/.

М = 0,128 – для оболочки 24х24 м.

Для оболочки 30х30 м.

$$\frac{М}{Ен} = 1{,}667$$

Абсолютная величина экономического эффекта оболочки 30х30 м по сравнению с плоскостной конструкцией по II варианту, также приведённая к ячейке 30х30 м, составляет на 1 м^2:

-по приведённым затратам в деле 58,0 – 47,68 = 10,32 долл. США;

-по стоимости в деле 42,68 – 35,1 = 7,58 долл. США;

-по расходу бетона 0,1094 – 0,0853 = 0,0241 см;

-по расходу стали 28,422 – 19,58 = 8,842 кг;

-по суммарным трудозатратам 3,2344 – 1,01914 = 2,215 чел./час.

Примечание к данному расчёту.

Приведённые затраты:

-для II варианта для ячейки 24х24 м равны 37,1 долл./м^2;

-для II варианта для ячейки 30х30 м равны 37,1$\frac{30x30}{24x24}$ = 58,0 долл./м^2;

Для II варианта имеем себестоимость 27,32 долл./м^2.

Для плоскостной конструкции 30х30 м:

$$27{,}32 \text{ х } К_я = 27{,}32 \text{ х } 1.5625 = 42{,}68 \text{ долл. США.}$$

По расходу бетона для оболочки размерами в плане каждая 24х24 м имеет 0,07 см, а для оболочки 30х30 м – 0,07х1,5625 = 1,1094 см.

Соответственно по расходу стали: 18,19 кг и 18,19 х 1,5625 = 28,422 кг.

По суммарным трудозатратам: 2,07 ч/час и 2,07 х 1,5625 = 3,2344 ч/час.

Экономичность конструкций покрытия определяется комплексным показателем Э [3], отражающим эффективность использования производственной площади перекрываемого здания за счёт укрупнения сетки колонн и экономичность строительного решения здания с пространственным покрытием в сравнении с аналогом. Этот показатель выражается зависимостью [3]:

$$Э = \alpha \cdot \beta \qquad (2)$$

где

α – коэффициент экономичности строительного решения, т.е. отношение показателей (приведённых затрат, расчётных стоимостей в деле, трудозатрат на изготовление и монтаж или расход бетона и стали) здания с пространственной конструкцией к зданию с конструкцией – аналогом;

$\beta = \frac{F_1}{F_2}$ *– отношение площади здания с укрупнённой сеткой колонн* F_1 *к площади здания – аналога* F_2.

Показатели Э, α, и β в формуле (2) являются величинами безразмерными. Показатели приведённых затрат, стоимости в деле, трудоёмкости изготовления и возведения, расходов бетона и стали определяются на 1 м^2 площадей сравниваемых зданий.

Анализируя абсолютные величины экономического эффекта можно сказать, что оболочки по всем показателям эффективнее.

А. По стоимости в деле.

Коэффициент экономичности строительного решения:

$$\alpha = \frac{120-7,58}{120} = 0,93683,$$

где

120 – стоимость в деле 1 м^2 здания с плоскостным покрытием;

7,58 – разница в стоимости зданий с плоскостным и пространственным покрытием.

Коэффициент эффективности использования производственной площади

$$\beta = \frac{90x90}{96x96} = 0,8789.$$

Комплексный показатель Э равен:

$$Э = \alpha \cdot \beta = 0,93683x0,8789 = 0,8234<1$$

Это означает, что здание с покрытием из оболочек 30х30 м на 17,66% дешевле здания с наиболее экономичной плоскостной конструкцией покрытия из типовых железобетонных плит размерами 3х6 м, металлической подстропильной фермой, также приведённой к ячейке 30х30 м.

Б. По приведённым затратам.

$$\alpha = \frac{120-10,32}{120} = 0,914;$$

$$\beta = 0,8789;$$

$$Э = \alpha \cdot \beta = 0,9807x0,8789 = 0,803<1.$$

Экономичность по приведённым затратам составляет 19,7%.

В. По расходу стали.

$$\alpha = \frac{120-8,84}{120} = 0,9263;$$

$$\beta = 0,8789;$$

$$Э = \alpha \cdot \beta = 0,x0,8789 = 0,814<1.$$

Экономичность по расходу стали составляет 18,6%.

Г. По суммарным трудозатратам.

$$\alpha = \frac{120-2.215}{120} = 0,9815;$$

$$\beta = 0,8789;$$

$$Э = \alpha \cdot \beta = 0,9815x0,8789 = 0,86246<1.$$

Экономичность по трудозатратам составляет 13,8%.

Абсолютная величина экономического эффекта оболочки 30х30 м по сравнению со структурными плитами составляет на 1 м^2 (по сравнению с II-ым и III-им вариантами):

-по приведённым затратам в деле 60,41 – 47,67 = 20,74 долл. США;

-по стоимости в деле 51,23 – 35,1= 16,13 долл. США;

-по расходу бетона 0,003125 – 0,0853 = 0,0822 см;

-по расходу стали 45,51 – 19,58 = 25,93 кг;

-по суммарным трудозатратам 3,69 – 1,01914 = 2,668 чел./час.

Примечание к данному расчёту.

Приведённые затраты на 1 м^2:

-для III варианта (структурная плита для ячейки 24х24м) П=38,66 долл.;

-для III варианта для ячейки 30х30 м П=38,66 х$\frac{30x30}{24x24}$ = 60,41 долл.;

По стоимости в деле.

Соответственно 32,79 долл. и 32,79х1,5625 = 51,23 долл.

По расходу бетона имеем 0,002 см и 0,002х1,5625 = 0,003125 см.

Соответственно по расходу стали: 29,13 кг и 29,13 х 1,5625 = 45,51 кг.

По трудозатратам:

2,36 ч/час и 2,36 х 1,5625 = 3,69 ч/час.

Анализируем I и III варианты:

По стоимости в деле:

$$\alpha = \frac{120-16,13}{120} = 0,8642;$$

$$\beta = \frac{90x90}{96x96} = 0,8789;$$

$$Э = \alpha \cdot \beta = 0,8642x0,8789 = 0,7595<1.$$

Экономичность I варианта по сравнению с III вариантом составляет 24%.

По приведённым затратам:

$$\alpha = \frac{120-20,74}{120} = 0,8272;$$

$$\beta = \frac{90x90}{96x96} = 0,8789;$$

$$Э = \alpha \cdot \beta = 0,8272x0,8789 = 0,727<1.$$

Экономичность по приведённым затратам составляет 27,3%.

По расходу стали:

$$\alpha = \frac{120-25,93}{120} = 0,748;$$

$$\beta = \frac{90x90}{96x96} = 0,8789;$$

$$Э = \alpha \cdot \beta = 0,733x0,8789 = 0,689<1.$$

Экономичность по расходу стали составляет 31,1%.

По суммарным трудозатратам:

$$\alpha = \frac{120-2,668}{120} = 0,978;$$

$$\beta = \frac{90x90}{96x96} = 0,8789;$$

$$Э = \alpha \cdot \beta = 0,978x0,8789 = 0,8593<1.$$

Экономичность по суммарным трудозатратам составляет 14,1%.

Экономическая эффективность комбинированной оболочки 30х30 м приведена в табл.3.

Таблица 3.

Варианты	Показатели вариантов	По стоимости в деле, долл. США	По расходу стали, кг	По суммарным трудозатратам, ч/час	По приведённым затратам, долл. США
I	Оболочка положительной кри-визны (30х30 м)	35,1	19,8	1,01914	47,68
II	Покрытие из типовых ж/б плит размером 3х6 м и металлических ферм с пролётом 24 м с металлической подстропильной фермой	42,68	28,422	3,2344	58,0
	Э (I - II)	17,76%	43,54%	31,5%	17,8%
III	Плоскостное металлическое покрытие из структурных пространственных элементов размерами 12х24 м	51,23	45,51	3,69	60,41
	Э (I - III)	31,5%	56,49%	36,2%	21,1%

Выводы:

1. Приведённые показатели по абсолютной экономии материалов, стоимости и трудоёмкости, а также по стоимости в деле (от 17,76 до 43,54% по сравнению со II вариантом и от 21,1 до 56,49% по сравнению III вариантом) свидетельствуют о высокой экономической эффективности покрытий из монолитных железобетонных оболочек положительной Гауссовой кривизны размерами в плане каждая 30х30 м (I вариант);

2. По приведённым затратам покрытий из монолитных железобетонных оболочек положительной Гауссовой кривизны размерами в плане каждая 30х30 м (I вариант) на 17,8% экономичнее по сравнению с покрытием из типовых железобетонных плит размерами каждая 3х6 м, металлических ферм с металлическими подстропильными фермами (II вариант) и соответственно на 21,1% экономичнее по сравнению с плоскостным металлическим покрытием из структурных пространственных элементов размерами 12х24 м, приведённые к ячейке 30х30 м (III вариант).

Литература:

1. Исхаков Я.Ш., Нуманов О.Р. Монолитные железобетонные неразрезные оболочки с улучшенными технико-экономическими показателями для сейсмических районов. //Архитектура и строительство Узбекистана. 1983, №12 стр. 30 -31.

2. Нуманов О.Р. Сравнение теоретических и экспериментальных результатов определения частот свободных колебаний пологих оболочек. Политехнический вестник. Серия: Инженерные исслед. №4 (40)-2017 с. 150-158.

3. Руководство по проектированию железобетонных пространственных конструкций покрытий и перекрытий. Стройиздат, М., 1979. 421 с.

4. Сметные цены в строительстве. №4(50) 2017. Ежеквартальный информационно-аналитический сборник средних цен в строительстве в Республике Таджикистан. Душанбе, 396 с.

ҲИСОБИ НИШОНДОДИ ТЕХНИКИЮ ИҚТИСОДИИ ҶИЛДҲО

О.Р. Нуманов

Дар мақолаи мазкур ҳисоби нишондоди техникию иқтисодии ҷилди тунукдевори фазоии каҷияти мусбати Гаусӣ ба сифати болопӯши биноҳои саноатӣ барои истифода дар минтақаҳои зилзилавӣ оварда шудааст. Ба сифати қиёс аз ҷиҳати иқтисодӣ аз ҳама муносибтар конструксияҳои болопӯши ҳамвори намунавӣ аз оҳану бетон ва қафасаи филизӣ, инчунин болопӯши филизии ҳамвор аз унсурҳои структураи фазогӣ қабул карда шудаанд. Камхарҷии конструксияҳои болопӯш бо нишондоди комплексӣ, ки истифодаи босамари масоҳати саноатии биноро аз ҳисоби зиёд кардани тӯри колоннаҳои калон ва ҳалли камхарҷии сохтмони биноро бо истифода аз болопӯшҳои фазоӣ бо муқоиса аз конструксияҳои муносибтарро дар бар мегирад, муайян карда мешавад.

Калимаҳои калидӣ: ҳисоби техникӣ-иқтисодӣ, харҷи кор, тахтасанг, ҷилди нишеб, болопӯш, сарфи мавод, арзиши аслӣ, тӯри колонна, нигаҳдорӣ,

сохтмон, сохт, хароҷоти яквақта, маблағи сохтмони асосӣ, сарфи истифодабарӣ, самаранокӣ, конструксияҳои фазоӣ.

CALCULATION OF TECHNO-ECONOMIC INDICATORS SHELTER SHELLS

O.R. Numanov

In the article, technical and economic calculations of gently sloping shells of positive Gaussian curvature are presented as a coating for industrial buildings in relation to seismic regions. As an analogue, the most economical planar structures from standard reinforced concrete slabs and metal trusses, as well as a planar metal coating of structural spatial elements, have been adopted. The cost effectiveness of the structure of the coating is determined by a complex indicator reflecting the efficiency of using the production area of the building to be closed due to the enlargement of the column grid and the cost-effectiveness of the building solution of the building with spatial coverage in comparison with the analog.

Key words: technical and economic calculation, labor costs, slab, hollow shell, coating, material consumption, cost, column grid, content, construction, structure, one-time costs, capital investments, operating costs, efficiency, spatial designs.

Сведения об авторе:

Нуманов Олим Рахимович – к.т.н., доцент кафедры «Строительство дорог, сооружений и транспортных коммуникаций». E-mail nor5@mail.ru, моб. тел.: 992- 985-471-555.

НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДОНАСЫЩЕННОЙ ЛЁССОВОЙ ТОЛЩИ ПРИ ВЗРЫВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

А.Р. Рузиев

(Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими)

Излагается действие взрыва в сжимаемой среде, описывается процесс деформирования и уплотнения водонасыщенных лёссовых грунтов при

взрывных воздействиях. Приводятся расчетные формулы основных параметров взрыва при уплотнении просадочных лёссовых грунтов гидровзрывным методом.

Ключевые слова: *взрыв, взрывное воздействие, деформирование, сдвиг, уплотнение, формоизменение, структурная прочность, нарушенная структура.*

Энергия взрыва широко используется в горно-строительной отрасли - для разрушения и дробления горных пород, проходки подземных горных выработок, строительства дорог в горных условиях, перекрытия рек, уплотнения грунтов, устройства фундаментов, моделирования сейсмического воздействия и т.д. Взрыв представляет собой быстропротекающий процесс, в результате которого потенциальная энергия, заключенная в заряде взрывчатого вещества (ВВ), превращается в кинетическую энергию. Так как при взрывах образуются высокие напряжения, которые вызывают сейсмическое воздействие на здания и сооружения, изучение напряженно-деформированного состояния грунтового массива при взрывных воздействиях представляет определенный научно-практический интерес.

В сжимаемом грунтовом массиве энергия взрыва затрачивается на объемную деформацию (уплотнение), деформацию формоизменения (чистый сдвиг) и разрушение окружающей среды [1,2]. Часть взрывной энергии, которая считается неполезной, расходуется на образование взрывной волны, а часть остается в имеющих высокую температуру газообразных продуктах взрыва. При взрыве заряда ВВ, расположенного на определенной глубине, в грунтовом массиве образуется ударная волна сжатия, скорость распространения которой зависит от давления газов (мощности ВВ) и состояния влажности – плотности грунта. По грунту будет распространяться взрывная волна, разрушая по пути структурные связи. Объем сферы разрушения структурных связей зависит от состояния плотности – влажности грунта, а также интенсивности и длительности действия взрывных волн. В однородно-изотропном грунтовом массиве взрывная волна распространяется

во все стороны одинаково.

Непосредственно вблизи заряда напряжение сжатия превышает прочность грунта, вследствие чего грунт сжимается и сдвигается по радиусу действия взрыва. При этом в маловлажных связных грунтах вокруг заряда образуется замкнутая полость круглой или эллиптической формы в зависимости от конфигурации самого заряда ВВ и наличия вблизи свободной поверхности. Кроме полости или зоны вытеснения, в грунте образуется еще две зоны – разрушения и упругих деформаций. В зоне разрушения происходит нарушение структуры грунта, имеют место пластические деформации. Вторая - область, в которой волна сжатия ослабевают настолько, что уже не может изменить связи между частицами грунта и производит лишь сотрясение грунта (сейсмический эффект), ослабевающее по мере удаления от очага взрыва.

Действие взрыва в водонасыщенных грунтах является более сложным процессом. Характер сжатия и напряжённо-деформированное состояние водонасыщенных грунтов при прохождении взрывных волн во многом зависит от длительности их действия и степени заполнения пор грунта водой. Длительность действия взрывных волн в зависимости от веса заряда ВВ и содержания свободных пор в грунте изменяется от миллисекунд до нескольких десятых долей секунды. В водонасыщенных грунтах за этот весьма малый промежуток времени не успевает произойти отжатие воды из пор, поэтому сжатие грунтов в период действия взрывных волн определяется в основном объемной сжимаемостью трехкомпонентной среды, каковой является грунтовый массив (водонасыщенный грунт). Действие взрыва в грунтах весьма разнообразно и характеризуется множеством одновременно действующих факторов. Мгновенное приложение давления взрывной волны, широкий диапазон его значения, а также неоднородность и структурные особенности грунта создают сложную картину напряженно-деформированного состояния грунтового массива при взрывах.

Так как при отсутствии оттока воды сжимаемость водонасыщенного грунта незначительна, следовательно, за период кратковременного действия

взрывных волн не происходит уплотнение грунта. Однако это кратковременное действие взрыва в водонасыщенном лессовом грунте имеет важное практическое значение - происходит полное разрушение структурных связей грунта. Разрушение структурных связей грунта вокруг заряда ВВ происходит до расстояния, пока сила взрывной волны не становится меньше структурной прочности замоченного грунта.

Динамическая устойчивость и степень разрушения структурных связей замоченного лёссового грунта зависит от интенсивности взрывного воздействия, выражаемой напряжением на фронте взрывной волны. При интенсивности взрывного воздействия больше некоторой критической, структурные связи грунта разрушаются, и устойчивость замоченного лёссового грунта будет нарушена. При этом критическая интенсивность взрыва рассматривается как некоторая предельная, которая погашается внутри лессовой толщи силами сопротивления грунта сдвигу. Последнее оценивается по выражению

$$\tau = \sigma_{zg} \cdot tg\, \varphi_w + C_w \; ; \qquad (1)$$

где

σ_{zg} *– напряжение от собственного веса грунта (природное давление) на рассматриваемой глубине;*

φ_w *- угол внутреннего трения грунта при влажности* ***w****;*

C_w *- удельное сцепление при влажности* ***w****.*

Основными параметрами взрыва, влияющими на напряжённо-деформированное состояние грунтового массива, являются глубина заложения и масса заряда ВВ. Минимальная глубина размещения заряда ВВ из условия отсутствия выброса грунта (обеспечения камуфлетности взрыва) определяется [3]

$$h_з = 8{,}2 \cdot К_{вв} \cdot К_{гр} \cdot \sqrt[3]{Q_{вв}} \quad ; \qquad (2)$$

где

$К_{вв}$ - *коэффициент, зависящий от типа взрывчатого вещества и принимаемый для тротила и аммонита равным 0,85 и для аммонала - 0,58;*

$К_{гр}$ - *коэффициент, зависящий от вида грунта и принимаемый для глин и суглинков 0,24-0,30; для супесей – 0,29-0,40.*

Радиус зоны разрушения структуры грунта определяется, исходя из величины напряжения на фронте взрывной волны, которая определяется по формуле

$$\sigma = k\left(\frac{\sqrt[3]{Q_{вв}}}{R}\right)^{\mu} \quad ; \qquad (3)$$

где

$Q_{вв}$- *вес заряда ВВ, кг;*

R - *расстояние от места взрыва, м;*

k , μ - *величины, зависящие от степени водонасыщения грунта.*

Исследования, проведенные Г. М. Ляховым, позволили получить значения коэффициентов k и μ для песчаных грунтов в зависимости от содержания газа (отношение объема свободных от воды пор ко всему объему грунта) [2]. При содержании газа в порах грунта в количестве 8%, что соответствует степени водонасыщения 0,85 для грунта с пористостью 50%, принимаем значения k =28 и μ = 3. Тогда формула (3) примет вид

$$\sigma = 28\frac{Q_{вв}}{R^3} \quad ; \qquad (4)$$

Как было отмечено выше, при взрыве разрушение структуры замоченного лесса происходит в зоне, где величина напряжения больше или равно структурной прочности грунта. Принимая в формуле (4) величину напряжения равной структуре прочности ($Р_{стр}$), определяем радиус зоны разрушения структуры грунта по формуле

$$R_{нс} = \sqrt[3]{\frac{28\cdot Q_{вв}}{Р_{стр}}} \quad ; \qquad (5)$$

Решая систему уравнений (2), (3) и (4), получим формулу для определения веса заряда ВВ в виде

$$Q_{вв} = \left(\frac{H_{sl}}{8{,}2\cdot К_{вв}\cdot К_{гр}+\sqrt[3]{\frac{28}{Р_{стр}}}}\right)^3 \quad ; \qquad (6)$$

Коэффициент $К_{гр}$, который характеризует сопротивляемость грунта сдвигу при взрыве и равный 0,35 для маловлажных грунтов, с повышением

влажности и уменьшением параметров прочности увеличивается. В замоченных до предельно неустойчивого состояния лессовых просадочных грунтах прочностные параметры (особенно сцепление) становятся незначительными, что приводит к снижению сопротивления грунта сдвигу примерно в 1,5 раза. Тогда, принимая коэффициент $К_{гр}$= 0,5, имеем

$$Q_{вв} = \left(\frac{H_{sl}}{3{,}5 + \sqrt[3]{\frac{28}{P_{стр}}}} \right)^3 \quad ; \qquad (7)$$

Для практических расчетов, принимая величину структурной прочности для водонасыщенных лёссовых грунтов Республики Таджикистан в среднем равной 0,03 МПа, имеем

$$Q_{вв} = \left(\frac{H_{sl}}{8} \right)^3 \quad ; \qquad (8)$$

Глубинные взрывы в толще предварительно замоченного лёссового грунта со степенью влажности S_r=0,85-0,90 вызывают полное разрушение структурных связей. В результате этого грунтовый массив переходит в разжиженное состояние, нарушается его равновесие как системы и наступает процесс послевзрывной консолидации, т.е. уплотнение под действием собственного веса. Послевзрывная консолидация является важной и завершающей фазой уплотнения просадочных лессовых грунтов при гидровзрывном методе. Длительность и характер ее протекания зависит от многих факторов, главными из которых являются условия и скорость выжимания воды из толщи грунта.

Сразу после взрыва степень водонасыщения грунта резко возрастает, и ее величина зависит как от степени заполнения пор грунта водой в момент взрыва, так и величины взрывной просадки $S_в$. Расчеты и опыт показывают, что сразу после взрыва степень водонасыщения грунта повышается до Sr = 0,95 - 0,97 [4].

Исходя из равенства количества воды в порах грунта непосредственно перед взрывом и сразу после него, имеем

$$S_{r1} \cdot e_1 = S_{r2} \cdot e_2 ; \qquad (9)$$

где

S_{r1} и e_1 – соответственно степень влажности и коэффициент пористости грунта непосредственно перед взрывом;

S_{r2} и e_2 – тоже, сразу после взрыва.

Отсюда следует, что

$$S_{r2} = S_{r1}\frac{e_1}{e_2}; \qquad (10)$$

Коэффициент пористости грунта сразу после взрыва e_2 (среднее значение по глубине), исходя из условий компрессионного уплотнения (отсутствия бокового расширения), можно определить по формуле

$$e_2 = e_1 - (1+e_1)\frac{S_в}{H_{sI}}; \qquad (11)$$

где

$S_в$ – понижение поверхности грунта от взрывных воздействий (взрывная просадка);

H_{sI} – мощность уплотняемой просадочной толщи.

Таким образом, напряженно-деформированное состояние массива водонасыщенного лессового грунта зависит от мощности взрыва (заряда ВВ), степени заполнения пор грунта водой в момент взрыва и глубины заложения заряда ВВ.

Литература:

1. Вовк А. А., Черный Г. И., Кравец В.Г. Действие взрыва в грунтах. – Киев: Наук. Думка, 1974, -208с.

2. Ляхов Г.М. Основы динамики взрыва в грунтах и жидких средах. – М.: Недра, 1964. -290с.

3. Афонин В.Г., Гейман Л.М., Комир В.М. Справочное руководство по взрывным работам в строительстве. –Киев: Будивельник, 1974, -382с.

4. Рузиев А.Р. Инженерная оценка консолидации водонасыщенной лёссовой толщи нарушенной в результате взрыва структуры. – //Основания, фундаменты и механика грунтов. -2005, №3, - с. 26-29.

ҲОЛАТИ ШИДДАТӢ-ДЕФОРМАТСИЯВИИ ҚАБАТИ ЛЁССИ СЕРОБ ҲАНГОМИ ТАЪСИРИ ТАРКИШ

А. Рузиев

Дар мақола таъсири нерӯи таркиш дар муҳити фишӯрдашаванда ва равандҳои фишӯрдашавӣ ва зичшавии хокҳои лёсси сероб аз таъсири нерӯи таркиш навишта шудааст. Инчунин формулаҳои ҳисоби параметрҳои асосии зичшавии хокҳои лёсси фурӯраванда бо усули тарконишоварда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: таркиш, таъсири таркиш, фишӯрдашавӣ, зичшавӣ, ғеҷиш, шаклтаъғиркунӣ, мустаҳкамӣ.

TENSIONAL - DEFORMED STATE OF WATER-SATURATED OF LOESS COAT ON EXPLOSING INFLUENCE

A. Ruziev

It is stated the act of explosion in compressible environment, the process of deformation, and compression of water-saturated loess ground on exploding influence is described. It is given the formulas of main parameters of explosion on compression of loess ground by hydro explosive method.

Keywords: explosion, explosive influence, straining, displacement, compression, forming, structural durability, affected structure.

Сведения об авторе:

Рузиев Ахмадхон – к.т.н., доцент кафедры «Подземные сооружения, основания и фундаменты» ТТУ им. ак. М.С. Осими. Область научных интересов – строительная геотехника и геотехнология. Автор 2-х книг, 7 учебных и методических пособий, более 80 научных трудов. Тел. 935319755.

АНАЛИЗ ПОВРЕЖДЕНИЙ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ СЕЙСМИЧЕСКИХ УСИЛИЙ

М.А. Сулейманова, Д.Х. Худойкулов

(Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими)

В статье приводится анализ повреждений земляного полотна железных дорог от воздействия сейсмических усилий на примере Ашхабадского

землетрясения. Учет этого фактора даст возможность установить типичные повреждения, выявить уязвимые участки, произвести сравнительную оценку конструктивных особенностей с учетом геологических, гидрогеологических условий и рельефа местности. Такой анализ дает возможность избежать проявления повреждений и дефектов во время землетрясений при эксплуатации железнодорожного полотна.

Ключевые слова: *железная дорога, земляное полотно, сейсмические усилия, повреждения, надежность эксплуатации, насыпь, геологические и гидрогеологические условия, выемка, деформации, геоморфология.*

Железные дороги в условиях Республики Таджикистан проектируются и возводятся в сложных инженерно-геологических условиях, обусловленных высокой сейсмической активностью и широким распространением лессовых просадочных грунтов. Не следует сбрасывать со счетов также гидрогеологические условия и геоморфологическое строение местности, которые необходимо учитывать при проектировании и строительстве железных дорог [1].

Следует отметить, что анализирование последствий землетрясений позволяет установить типичные повреждения, выявить слабые участки земляного полотна, которые являются наиболее уязвимым, и произвести сравнительную оценку в зависимости от конструктивных особенностей с учетом рельефа местности, геологических и гидрогеологических условий строительства.

Результаты эксплуатации железных дорог в сейсмических районах показывают примеры многочисленных разрушений транспортных сооружений при сильных и катастрофических землетрясениях, приводящих не только к большим человеческим жертвам, но и к значительному материальному ущербу [2].

В связи с изложенным вопрос о эксплуатационной надежности транспортных сооружений при воздействии сейсмических усилий является весьма актуальным, особенно в условиях Республики Таджикистан, которая,

как известно, расположена в зоне активных сейсмических воздействий. Основные принципы сейсмостойкого строительства можно выработать только на основе фактических данных о деформациях сооружений при сейсмических ударах.

По этой причине произведен анализ последствий сейсмических воздействий по результатам влияния наиболее сильных землетрясений на дорожные сооружения, на примере Ашхабадского землетрясения.

В 1948 году в столице Республики Туркменистан (Тогда Туркменская Советская Социалистическая Республика) в городе Ашхабаде в ночь с 5 на 6 октября в 2 часа 17 минут по местному времени произошло землетрясение, магнитуда которой составляла 7,3 по шкале Рихтера. Очаг землетрясения находился на глубине 18 км непосредственно под городом. Следует отметить, что подземные толчки охватили близлежащие районы и населенные пункты, расположенные вокруг столицы [3].

На городском железнодорожном вокзале ничего не уцелело. Он был превращен в груду обломков, а сама железная дорога была искорежена.

Сотрясения и смещения земной поверхности были настолько сильными, что деформировались железнодорожные пути (Рис. 1).

Рис 1. Деформации рельсовых путей в результате воздействия землетрясения

Результаты воздействия подземной стихии привели к повреждению земляного полотна и небольших мостов.

Рис 2. Разрушения транспортной инфраструктуры в городе Ашхабад

На перегонах и станциях было опрокинуто несколько поездов (рис. 3), а железнодорожное сообщение длиной 135 км было прервано.

Рис. 3. Опрокидывание поезда с рельсов

Железнодорожное полотно получило повреждение на участках общей протяженностью до 7 км в виде деформаций значительной величины (рисунок 4).

Рисунок 4. Разрушения основной площадки земляного полотна железной дороги

Так, вертикальная осадка насыпей высотой 4-7 м достигала 60 см, а на участках меньшей высотой насыпи осадки достигали 10-30 см (рисунок 5). В результате этих деформаций произошло искажение плана трассы и его продольного профиля.

Рисунок 5. Масштабы разрушения насыпи железной дороги после землетрясения

Следует отметить, что выемки, устроенные из этих же барханных песков во время землетрясения имели откосы 1:2 и 1:3 при глубине выемки не более 2 м, не пострадали.

Обследование последствий показало, что на характер проявления землетрясения сильно повлияли гидрологические особенности района. Так, в Ашхабаде, глубина залегания грунтовых вод уменьшалась от гор на север. В зонах железных дорог в вершинах конусов выноса зеркала грунтовых вод находились на глубине 1-2 м. Известно, что на сильно обводненных и слабых грунтах происходило многократное усиление сейсмического воздействия.

Ашхабадское землетрясение привело к большим человеческим и материальным потерям, которые можно было избежать. Результаты кропотливого и тщательного анализа последствий сейсмического удара свидетельствуют о том, что были допущены ошибки в оценке сейсмической опасности территории города [4]. Первоначально сейсмоопасность города была установлена на немногочисленных данных о сильных землетрясениях Ирана и Туркмении, что привело к занижению норм сейсмостойкости на 2-3 балла.

Инженерные свойства грунтов, гидрогеологические условия местности и расположение основных тектонических зон при застройке города не были учтены. Строительные материалы, использованные в качестве насыпей - песок и глина, были низкого качества и не сейсмостойкими.

Изучение и анализ последствий землетрясений в городе Ашхабаде дал хороший импульс для сейсмостойкого строительства дорожных сооружений.

Таким образом, анализ поведения дорожных сооружений при землетрясениях показывает, что недостаточный учет сейсмических сил при проектировании и строительстве земляного полотна железных дорог приводит к их значительным потерям, частичной или полной потери эксплуатационной способности и как следствие к значительным убыткам. Во избежание этого в сейсмоопасных районах сооружения должны проектироваться и строиться с

соблюдением строительных норм, принятых для данного района в соответствии с картой сейсмического районирования.

Литература:

1. Титов В.П. Земляное полотно и безопасность движения // Путь и путевое хозяйство. 1996

2. Карыев Б.С. Вот пришло землетрясение //Гипотезы, факты, причины и последствия SIBIS 2009-2016.

3. Рустанович Д.Н. Сейсмичность территории Туркменской ССР и Ашхабадское землетрясение 1948 г. //Вопросы инженерной сейсмологии SIBIS 2010.

4. Наливкин Д.Б. Воспоминание об Ашхабадском землетрясении 1948 г. Издательство Ашхабад-1989.

ТАҲЛИЛИ ВАЙРОНШАВИИ ПУШТАИ ХОКИИ РОҲҲОИ ОҲАН АЗ ТАЪСИРИ ҚУВВАИ ЗИЛЗИЛА

М.А. Сулейманова, Д.Ҳ. Худойқулов

Дар мақола таҳлили вайроншавиҳои пуштаи роҳи оҳан аз таъсири қувваи зилзила дар мисоли заминларзаи ш. Ашхобод оварда шудааст. Дар назар доштани ин омил имконияти муайян кардани вайроншавиҳои махсус, пайдо кардани қитъаҳои осебдида, гузаронидани баҳогузории муқоисавии хусусиятҳои конструктивӣ бо назардошти шароитҳои геологӣ, гидрогеологӣ ва релефи маҳалро медиҳад. Ингуна таҳлил имконияти пешгирӣ намудани пайдоиши вайроншавӣ ва нуқсонҳо ҳангоми истифодабарии роҳи оҳан дар мавриди таъсирҳои зилзилавӣ имконият медиҳад.

Калимаҳои калидӣ: роҳи оҳан, пуштаи хокӣ, қувваи зилзила, вайроншавӣ, эътимоднокии истифодабарӣ, шароитҳои геологӣ ва гидрогеологӣ, деформатсияҳо.

ANALYSIS OF DAMAGE TO THE EARTH CRACK OF RAILWAYS UNDER THE IMPACT OF SEISMIC EFFORTS

M.A. Suleymanova, D.Kh. Khudoykulov

The article analyzes the damages of the earthen linen the impact of seismic forces. Taking into account this factor will make it possible to establish typical

damages, identify implicit sites, make a comparative assessment of design features taking into account geological, hydrogeological conditions and terrain. Such an analysis makes it possible to avoid the appearance of damage and defects during earthquakes the operation of the railway track.

Keywords: *railway, roadbed, seismic forces, damage, operational reliability, embankment, geological and hydrogeological conditions, excavation, deformations, geomorphology.*

Сведения об авторах:

Сулейманова Муътабар Абдулхаевна – к.т.н., доцент кафедры "ОФ и ПС", *моб. тел. 985030363.*

Худойкулов Далер Хайдаркулович – старший преподаватель кафедры «Строительство дорог, сооружений и транспортных коммуникаций». *E mail daler_290900@mail.ru, моб. тел.* 985878737.

УДК. 728.03 (575.2)

ОСОБЕННОСТИ ИСТОРИЧЕСКИХ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ АРХИТЕКТУРЫ

С.Р. Хаитова

(Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими)

В статье рассматриваются процесс создания и расцвета национальной культуры, особенности исторических и социально -экономических условий формирования архитектуры а также различие стилей, масштабов и строительных материалов.

Ключевые слова. *Формирования, искусства, традиция, архитектура, синтез, декоративные приёмы.*

Процесс создания и расцвета национальной культуры таджикского народа на всех этапах своего развития связан теснейшим образом с его культурным наследием. Поэтому интерес к тому, как жили предки, всегда выходит на главную роль. Сопоставляя прошлое и настоящее, можно постичь закономерность исторических процессов, осмыслить бытие. В сфере

инженерного искусства, ремесла и архитектуры именно такое сравнение рождает ощущение национальной традиции, самобытности творчества народа, даёт основание поиску художественных фантазий и открытий.

Таджики являются одним из древнейших и оседлых народов в Центрально-Азиатском регионе. Как отмечает исследователь русской военной школы востоковедения С.Шиловский, «...таджики являются потомками древнейших аборигенов страны, принадлежат к иранской группе великого арийского племени. Слово «таджик» как этнический термин появилось в раннесредневековый период (VII-VIII вв.) и относится ко всем иранцам («арийцам»). Ещё цари древнего Ирана («Ариана») называли себя ариями. Современными этнографами таджики определяются как восточная часть персидского народа - персов, самого многочисленного среди иранских народов. Историческую родину таджиков образовывали геокультурные страны Хорасан, Мавераннахр, Хорезм, Бадахшан, Хафтруд и прилегающие к ним регионы» [1]. Населявшие территорию Центральной Азии восточноиранские племена создали самобытную культуру, своеобразие и высокий уровень развития которой полностью раскрываются благодаря работам современных востоковедов. Процесс развития самобытной культуры, как считает историк из Московского государственного университета (МГУ) им. М.В. Ломоносова С.П. Поляков, проходил на базе тех же этнических групп древнего среднеазиатского населения, о которых шла речь выше [2].

Первым государственным образованием таджиков считается Саманидская держава (819-999 гг.), территория которой далеко выходила за пределы границ Таджикистана. Поэтому архитектура, строительство и изобразительное искусство на этой территории в основном отмечается общностью, обусловленная, как связью исторических судеб среднеазиатских народов, так и их одинаковыми социальными и идентичными природно-климатическими условиями, а также и ареалом распространения зодчества таджикского народа на территориях Средней Азии, провинциях Северного Афганистана и Хорасана. В середине 1 тыс. до н.э. в Центрально-Азиатском

регионе происходило разложение родового строя, становление и кризис общинно-сословного строя. Предки таджикского народа (согдийцы, бактрийцы, уструшанцы) воздвигали, как монументальные постройки, так и крупные сооружения ирригационного и хозяйственного пользования [3].

В середине VI века в Центральной Азии сложилось обширное государство кочевников - Тюркский каганат, захвативший территорию эфталитов. Отдельные территории областей Средней Азии - Согд, Тохаристан, Чач, Фергана и др. возглавлялись местными правителями, сохранившими некоторую самостоятельность. В результате дальнейшего распада Тюркского каганата, а также всей общинно-сословной системы в качестве самостоятельной политической и экономической единицы на территории исторического Таджикистана выделились историко-культурные города Уструшана, Худжанд, Хутталь, Кобадиан, Буттам и др.

Раннефеодальная архитектура Мавераннахра или так называемого, Среднеазиатского Междуречья и Тохаристана носит яркие черты преемственности архитектурно-художественных приёмов, сохранив как традицию, синтез архитектуры, живопись и скульптуру. Этот этап связывается с возникновением феодального уклада, длившегося до конца VII века, т.е. до арабского завоевания.

Архитектура периода арабского владычества (VII-IX вв.) в Центральной, в том числе Средней Азии характеризуется решительным отказом от синтеза искусства, имевшего ранее широкое распространение. Это оказалось огромной потерей для культуры и искусства среднеазиатских народов. Однако арабское завоевание не внесло заметных изменений в развитие архитектуры Центральной Азии, ибо к тому времени предки таджикского народа уже обладали древними традициями архитектурно-строительного ремесла.

Появляются новые типы зданий и сооружений, такие как караван-сараи, мечети с высокими минаретами, мавзолеи, мадраса, хонако, жилые дома знати и купечества, вызванные к жизни новыми, как социальными, так и экономическими условиями, а также и религией. К этому времени

формируется трёхчастная структура города, состоящая из цитадели (арка), шахристана и пригорода (рабада).

Экономический расцвет повлёк за собой бурное развитие многих, ставших центрами культурной жизни городов Центрально-Азиатского региона, таких как Мерв, Бухара, Самарканд, Бунджикат. Расцвет экономики, культуры, архитектуры, ремесла, искусства, а также и строительного дела и инженерного искусства был настолько велик, что в специальной искусствоведческой литературе возникло понятие об эпохе «Восточного Ренессанса», хотя такое стилистическое сравнение разных «Возрождений» в искусстве и архитектуре невозможно.

В XIV-XV вв. таджикская архитектура вступила в новую стадию, характерная строительством крупных сооружений с великолепным декоративным убранством. Монументальное зодчество Средней Азии, сохраняя свою традиционную таджикскую основу, отвечает новому стилю, резко противоположной принципам архитектуры X-XII вв. Особенно развиваются города Самарканд, Бухара, Шахрисябз, Ура-Тюбе, Худжанд. Образцом для зодчих других городов становятся такие постройки Самарканда и Шахрисябза, родины основателя обширного таджикоязычного государства Тимура, как мечеть Биби-Ханым, дворец Ак-Сарай, мавзолей Гури Эмир и Ишратхона, Мадраса Улугбека и Мухаммеда Султана и др. [4].

Тимур и его потомки создавали загородные парки с дворцами. Парки, расчлененные аллеями, отличались продуманным и живописным подбором деревьев и цветов, включали водоёмы разной конфигурации, обсаженные цветами арыки с проточной водой; в глубине парка возводился богато украшенный дворец. В Самарканде Тимур одну из улиц превратил в сплошной благоустроенный базар, перекрытый сводами. Уникальный памятник Самарканда - обсерватория Улугбека, возводится у подножия холма Чупан-Ата. В настоящее время здесь, т.е. в музее, можно увидеть остатки инструмента обсерватории - двойного секстанта, предназначенного для наблюдения за Солнцем, Луной и другими планетами [5].

В XVI веке в Ура-Тюбе (ныне Истаравшан) строится мечеть Абдулатифа Султана (Кук-Гумбаз), известным голубым декоративным куполом, поднятым на высокий цилиндрический барабан. Позднее мечеть была превращена в мадраса того же названия [6].

К XII-XVI вв. относятся несколько мавзолеев и мечетей в Кобадиане. Один из мавзолеев носит название Акмазор. Он состоит из центрального купольного помещения и портальной ниши, увенчанной аркой. В кишлаке Лайлак-Уя (ныне Кизил нишон) расположенная в 12 км к югу от райцентра Носир Хисрава сохранились мазар и мечеть, которые, по народному преданию, построила на свои средства женщина - жительница этих мест. Здание мечети в плане представляет собой прямоугольник размером 12х5 м, который заключает в себе, по существу, одно помещение, разделённое на три части двумя парами прямоугольных выступов с опирающимися на них двумя поперечными арками. Арки выделяют среднюю квадратную часть мечети, перекрытую куполом на ложно сферических парусах, расширенную двумя арочными нишами на поперечной оси.

Главный фасад мечети обращён на северо-восток. Его симметричные членения следуют симметрии внутреннего пространства: в центре граненая ниша михраба, более плоская, по сторонам михраба - две широкие и плоские прямоугольные ниши. Проёмы расположены на осях боковых частей помещения.

Вся эта композиция с боков и сверху оконтурена широкой заглубленной полосой, П-образно обрамляющей фасад. Наклонные боковые стены придают фасаду своеобразный «древнеегипетский» облик, подчёркнутый таким же наклоном боковых частей П-образного обрамления. Внешняя и внутренняя архитектура здания, при всей ее скромности, отличается цельностью и большой выразительностью, чему способствуют точно найденные, красивые пропорции.

Несмотря на необычный внешний вид, мечеть в Лайлак-Уя принадлежит к довольно широко распространенному в средневековом зодчестве Средней

Азии типу мечетей, которые можно назвать трёхчастными. Все они имеют прямоугольную форму, у всех главная ось - поперечная, а внутреннее пространство симметрично разделено на 3 части: центральный квадрат, перекрытый куполом, и боковые сводчатые прямоугольники. Все части соединены широкими поперечными арками, образуя относительно единое пространство.

Мавзолей состоит из перекрытой куполом гурхоны-усыпальницы и молельни-зиёратхоны. Мечеть стоит рядом с мазаром и состоит из центрального помещения, перекрытого куполом и двух крайних сводчатых помещений. Мазар исследователями датируется XI-XII вв., а мечеть - XIV-XV вв. [7]. Возведенный в XV веке в Кулябе, мавзолей Мир Саид Али Хамадони состоял из двух купольных помещений: зиёратхоны и гурхоны. Зиёратхона имела три портала и двойной купол. Мавзолей представляет собой портально-купольную структуру с асимметрическим планом. Здания сложено из жженого кирпича на глиняном растворе. Центральная часть перекрыта двойным куполом и позднее к мавзолею был пристроен ряд помещений. Архитектурный комплекс мавзолея Мир Саид Али Хамадони расположен в центре города Куляба [8].

К XII, а затем XIV в. (1384 г.) датируется первоначальное здание на месте мавзолея Шейха Муслихиддина в Худжанде, позже разобранное и заново выстроенное в XVI-XVII вв. От раннего периода сохранилась плита с майоликовой облицовкой и надписями о дате создания [9]. В XV-XVI вв. были построены уратюбинские мавзолеи Бобо-Таго и Сари Мазор, которые при скромном декоративном убранстве характеризуют своеобразные черты местной строительной школы. Примерно в это время строится мавзолей Махдуми Аъзам в Хисоре. Первоначально он состоял из одного гурхона, возведенная в XII веке. В XIV веке к нему пристраивают зиёратхону, а уже в XVI в. появляется еще одна комната с захоронениями. К XVI в. относится возведенная из обожженного кирпича мечеть Мавлоно Якуби Чархи в Ленинском районе близ Душанбе.

В XVII-XVIII вв. в связи с политическим и экономическим упадком Средней Азии размеры зданий уменьшились, декор стал доступен только для наиболее крупных зданий. Мавзолей XVII-XVIII вв. Холбойкаро в Вахдатском районе декорирован только двумя угловыми башнями и кирпичами с резными «бантиками», что воспроизводит характерный приём XI-XII вв.

Мадраса Кухна в Хисоре также построена в XVI-XVII вв. и на фасаде украшен рельефным кирпичным орнаментом. По плановой композиции медресе имеет внутренний двор, окруженный худжрами, мечетью и вспомогательными помещениями (внешние габариты здания 50х45 м). Входная часть - дарвозахона или миёнсарой - представляет собой монументальный портал, где справа от входа расположена купольная мечеть, а слева - худжры. Одна из примечательных особенностей входной части медресе является наличие болохона, т.е. верхнего этажа, закрытого с главного фасада монументальным порталом. Другая особенность медресе заключена в наличие глубокого сводчатого айвана в северо-восточном углу двора, примыкающего к купольной мечети. Следует сказать, что сейчас на основе хисорской группы памятников XVI-XIX вв. здесь создан историко-культурный заповедник. Уже реставрирован ряд сооружений, монументальные ворота в арк крепости и начаты работы по созданию в памятниках музеев народного быта, классиков Востока, народных ремесел и др. До 1992 года заповедником руководил известный ученый Таджикистана, академик АН Таджикистана Н.Н. Негматов. В ноябре 2015 года в Гиссаре было торжественно отмечено 3000-летие Гиссарской долины, одного из древнейших регионов Средней Азии, освоенного человеком около 500 тысяч лет назад.

В XVIII-XIX вв. во многих районах Таджикистана строятся укрепленные феодальные крепости, байские дворцы, мечети и др. Так, в начале XVIII века возводятся мечети Олим Додхо в Пенджикенте, Масджиди Сангин в Хисоре, имеющие схожую планировку: крестообразный купольный зал и купольные же аркады, огибающие здание с двух сторон [10].

К памятникам позднего средневековья Южного Таджикистана относится Бешкентская крепость Бешкенткала в Шахритусском районе. В плане крепость имеет квадратную форму (144х144 м). Бекские покои состояли из жилых помещений самого бека и его жен, столовой, чайханы. На территории крепости находилась мечеть, была тюрьма и конюшни. По грандиозности и величию внешнего облика бешкентская крепость является одним из самых значительных в архитектуре Средней Азии [11].

На Памире от XVII-XVIII вв. сохранился ряд небольших крепостей местных князей и крупных чиновников. Такие крепости-дома (Калаи Пандж, Рошткала в Шугнане, Бар-Панджа в Вахане, Калаи Бошар в Рушане и др.) возводились на возвышенности из кирпича-сырца. В них находились постройки для охраны, казармы, княжеские покои, конюшни, хозяйственный двор. От крепости к реке шел подземный ход - обдузд [12].

Рассмотрение объектов таджикского зодчества их эстетические качества - ясность и выразительность конструкций и форм, масштабность и пропорциональность выявляют органическое продолжение и развитие местной архитектурной школы, которая имеет многовековую историю и богатые традиции. Изучение архитектуры прошлого и выявление в нем прогрессивных принципов и традиций необходимы для современной практики строительства. Без традиций нет поступательного движения национального искусства и культуры.

Литература:

1. Таджикистан – геоисторический нерв планеты. Беседа с последователем русской военной школы востоковедения Шиловским С. // Вечерний Душанбе. - 22 апреля 1994 г.

2. Поляков, С.П. К вопросу об этнических компонентах таджикской культуры [Текст] / С.П. Поляков. // В кн.: Проблемы истории культуры таджикского народа. - Душанбе, 1993. - С.72-78.

3. Гафуров, Б.Г. Таджики. Древнейшая, древняя и средневековая история [Текст] / Б.Г. Гафуров. - М.: Наука, 1972. - С.75-81.

4. Хаитова, С.Р. Архитектура и строительство мечетей в странах Центральной Азии [Текст] / С.Р. Хаитова // Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования. №4 (40) - 2017.- С. 211-218.

5. Пугаченкова, Г.А. Садово-парковое искусство Средней Азии в эпоху Тимура и Тимуридов/Г.А. Пугаченкова. // Тр. САГУ. - Новая серия. - Вып. 23: Гуманитарные науки. - кн. 4. - Ташкент: АН Узб. ССР, 1951. - С. 143-168, ил.

6. Мукимов, Р.С. Кирополь - Истравшан - Ура-Тюбе [Текст] / Р.С. Мукимов, С. Мамаджанова. - Душанбе: Мерос, 1993. - С. 91-93.

7. Мухтаров, А. Средневековое зодчество Кобадиана // По следам древних культур Таджикистана. [Текст] / А. Мухтаров, С. Хмельницкий - Душанбе: Изд. «Ирфон», 1978. - С. 55-87, ил.

8. Мамаджанова, С. Архитектурное наследие Куляба и его округи [Текст] / С. Мамаджанова, Р. Мукимов, Д. Ганиев // Из истории древнего Куляба. Сборник статей.- Душанбе: АН РТ, 2006. - С.283-293.

9. Талбакова, Н.С. Архитектурно-археологическое исследование мавзолея Шейха Муслихиддина в процессе реставрации [Текст] / Н.С.Талбакова, О.М. Никитина // Исследования по истории и культуре Ленинабада. - Душанбе: Дониш, 1986. - С. 122-134, ил.

10. Мукимов, Р.С. История и теория таджикского зодчества [Текст] / Р.С. Мукимов. - Душанбе: ТНИИПАГ, 2002. - С. 280-281.

11. Соловьев, В.С. Археологические и архитектурные памятники Шаартузского и Кабадианского районов. [Текст] / В.С. Соловьев - Душанбе: Знание, 1980. - С. 9-10.

12. Мамадназаров, М.Х. Народная архитектура Западного Памира. [Текст] / М.Х. Мамадназаров. - Душанбе: Знание, 1980. - С. 3.

ХУСУСИЯТҲОИ ТАЪРИХӢ ВА ИҶТИМОИЮ ИҚТИСОДИИ ТАЛАБОТИ ТАШАККУЛЁБИИ МЕЪМОРӢ

С.Р. Ҳаитова

Дар мақола ҷараёни офариниш ва тараққиёти маданияти миллӣ, хусусиятҳои таърихӣ ва иҷтимоию иқтисодии талаботи ташаккулёбии меъморӣ ва инчунин услуби гуногун, бузургӣ ва масолеҳҳои сохтмонӣ мавриди назар қарор гирифтааст.

Калимаҳои калидӣ: ташаккулёбӣ, санъат, анъана, меъморӣ, синтез, услуби ороишӣ.

FEATURES OF HISTORICAL AND SOCIAL-ECONOMIC CONDITIONS OF FORMATION OF ARCHITECTURE

S.R. Haitova

In article process of creation and heyday of national culture, feature of historical and social-economic conditions of formation of architecture and also distinction of styles, scales and construction materials are considered.

Keywords: Formation, art, tradition, architecture, synthesis, decorative reception.

Сведения об авторе:

Хаитова Савлатби Рахмановна – старший преподаватель кафедры «Архитектуры и дизайн» ТТУ имени академика М.С. Осими. Тел.: 951918370. E-mail: haitovasavlat@gmail.com

УСТОЙЧИВОСТЬ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЙ ТОННЕЛИ НУРЕКСКОЙ ГЭС ПРИ СЕЙСМИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Н.М. Хасанов, М.А. Сулейманова, А.О. Якубов

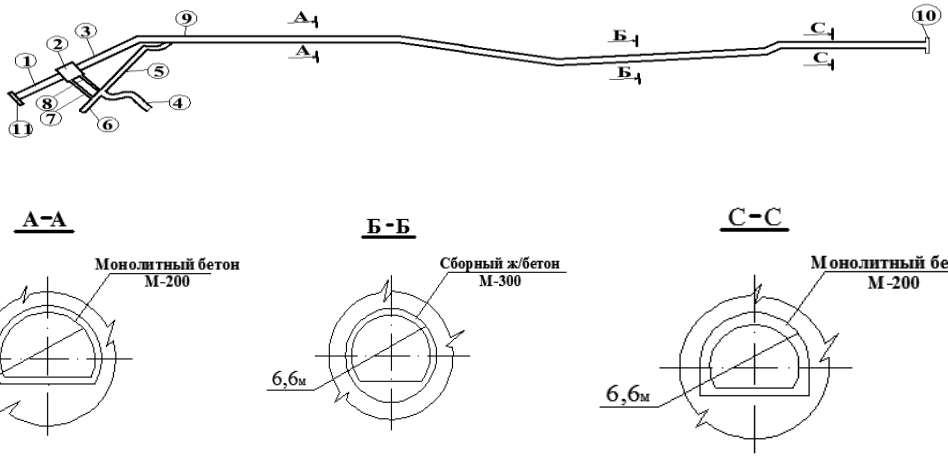
(Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими)

В статье рассмотрены горизонтальные и боковые колебания воды в гидротехническом тоннеле при совпадении с сейсмическими воздействиями. В результате анализа такого состояния установлена связь между тоннелем и грунтами в продольном и поперечном направлениях, а также при повороте. Установлено, что горизонтальные поперечные воздействия воды в гидротехническом тоннеле создают значительные колебания, зависящие от скорости движения воды и её мощности. Следует отметить, что для уточнения результатов теоретических расчётов необходима постановка экспериментальных исследований в реальных условиях.

Ключевые слова: *сейсмостойкость, тоннель, боковые и горизонтальные колебания, воздействия, динамика, грунт, инерции, жесткость, модуль упругости.*

Дангаринский гидротехнический тоннель является важным ирригационным сооружением, а также комплексной частью комплексного проекта орошения земель Дангаринского плато. Его назначение заключается в переброске воды из Нурекского водохранилища на Дангаринское плато. Через тоннель вода подаётся в основной магистральный канал с расходами согласно графику водопотребления в пределах 60-90 $м^3/с$. Максимально возможный форсированный расход воды при полном освоении на орошении массива достигает 100 $м^3/с$. Следует отметить, что отводной гидротехнический тоннель Нурекской ГЭС надёжно работает до настоящего времени. Рассмотрим боковые и горизонтальные колебания воды в гидротехнической тоннели при их совпадении с сейсмическими воздействиями.

План дангаринского гидротехнического тоннеля



Экспликация сооружений

№ п/п	Наименование
1	Гидротехнический напорный тоннель
2	Помещение КР и РАЗ
3	Водобойный колодец
4	Эксплуатационный тоннель №4
5	Строительный тоннель №2
6	Строительный тоннель №3
7	Строительный тоннель №1
8	Авиационная шахта
9	Гидротехнический безнапорный тоннель
10	Выходной портал
11	Глубинный водозабор

Тоннель с водой представляет собой динамическую систему. Движение воды в тоннели можно представить по расчётным схемам, разработанным для

исследования динамики сыпучих тел, а инерционные характеристики определять по формулам Н.Е. Жуковского [1]. Примем неподвижную систему координат ОХУ. Вертикальную ось OZ направим перпендикулярно оси тоннели. Относительно этой системы координат положение тоннели определяется –n координатами. Это схема даёт возможность изучить малые колебания. Рассмотрим схему колебаний тела тоннеля с водой в плоскости ОУZ под действием движения воды. На рис. 1 показана расчётная схема тоннели. Железобетонная обделка тоннели считается абсолютно жёсткой, а упругость включается в соответствующие характеристики окружающего грунта. Грунт может сделать поворот – φ_Z относительно вертикальной оси, поперечное смещение – γ_m и поворот относительно оси тоннеля - φ_k.

Связь между тоннелем и грунтом осуществляется в вертикальном направлении жёсткостью- Е, в поперечном направлении –E_1, а при повороте линейно-упругой жёсткостью – E_3.

Свободную поверхность воды можно представить в виде ряда:

$$Z = \sum_{n=1}^{\infty} f_n(t)\varphi_n(x)\psi_n(\mathrm{y}) \qquad (1)$$

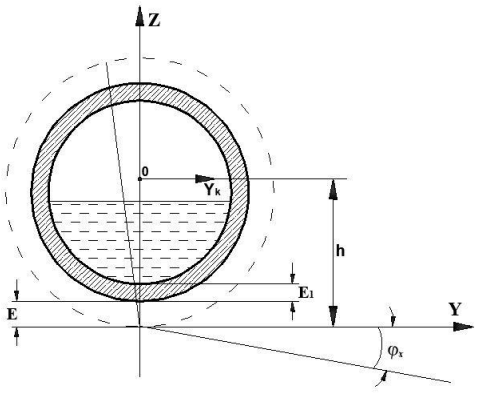


Рис. 1 Расчётная схема тоннели

где

$f_n(t)$ – неизвестные функции времени, характеризующие колебания воды в тоннели;

$\varphi_n(x)$,$\psi_n(\mathrm{y})$ – известная полная ортонормированная система функции.

Из (1) следует, что в тоннеле будет два вида колебаний воды – вдоль оси ОХ и вдоль оси-ОУ, причём в каждом из них существует два типа волн- чётные и нечётные, соответствующие чётным и нечётным значениям-n.

Эксперименты показывают, что основным видам колебаний являются боковые. Вертикальные динамические силы, в основании грунта вызванные этими колебаниями, составляют более половины от всех остальных. Если при этом собственные частоты поперечных волновых колебаний воды будут находится в сфере изменений частот вынужденных колебаний, то возможно совпадение колебаний воды и оболочки тоннели.

В качестве координат примем: $\theta_k, \mathrm{y}_k, \varphi_z, \gamma_m, \varphi_x$

Кинематическая энергия рассматриваемой системы равна:

$$T = \frac{1}{2} I_0 \theta_k^2 + \frac{1}{2} m_k \left(\dot{\mathrm{y}}_k + h_1 \dot{\theta}_k\right)^2 + \frac{1}{2} m_k \dot{\gamma}_m^2 + \frac{1}{2} I_z \dot{\varphi}_2^2 + \frac{1}{2} I_m \dot{\varphi}_x \qquad (2)$$

где:

m_k *– масса тоннеля с водой;*

h_1 *– высота центра масс от оси поперечных колебаний тоннеля;*

I_m *– масса грунта вокруг оболочки тоннеля;*

Суммарный момент инерции:

$$I_0 = I_o^k + I_o^b$$

I_o^k *– момент инерции оболочки без воды относительно поперечного сечения тоннеля;*

I_o^b *–момент инерции воды, заменённой моментом инерции эквивалентного тела, относительно поперечной оси;*

I_z, I_x *– момент инерции грунта относительно осей OZ и OX.*

Потенциальная энергия системы:

$$\Pi = \frac{1}{2} \mathrm{E}(-\theta_k b + b\varphi_x)^2 + \frac{1}{2} E(\theta_k b - b\varphi_x)^2 + \frac{1}{2} E_1 (y_k - y_m)^2 - \frac{1}{2} m_k g l \theta_k^2 + \frac{1}{2} E_2 (S\varphi_x - S\theta_0)^2 \qquad (3)$$

Е- *вертикальный модуль упругости грунта;*

E_1 *–горизонтальный модуль упругости грунта;*

E_2 *– модуль упругости корпуса тоннели;*

2S –ширина тоннеля; 2b – ширина поверхности воды;

$\theta_0 = \frac{\eta_л - \eta_n}{2S}$ *– угол перекоса оболочки тоннеля:*

$$\eta_л = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n}\eta_i^л \; ; \qquad \eta_n = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n}\eta_i^n$$

где

$\eta_i^л$ *- возмущение потока воды от неровности левой части дна тоннеля;*

η_i^n *–возмущение потока воды от неровности правой части дна тоннеля.*

Причём значения –n можно принимать равными 2, 3 и 4 в зависимости от качества стыковых соединений дна тоннеля.

Обобщённые силы – Q и моменты обобщённых сил, соответствующие обобщённым координатам - θ_k и γ_k равны:

$$Q\theta_k = F_{mp,b}bsign\left(-\dot{\theta}_k b - b\dot{\varphi}_x\right) - F_{mp,b}bsign\left(\dot{\theta}_k b - b\dot{\varphi}_x\right)$$

$$Q\gamma_k = -F_{mp\cdot г}sign(\dot{y}_k - \dot{y}_m) \qquad (4)$$

Гравитационная сила представляет собой горизонтальную составляющую от нормальных усилий воды на дно тоннеля:

$$F_{грав} = \frac{\mathrm{P_{ст}}}{R_k - R_р}\mathrm{y} \qquad (5)$$

$\mathrm{P_{ст}}$ *– статическая нагрузка воды на дно;*

R_k, $R_р$ *–радиусы кривизны дна тоннеля в поперечном и продольном сечении.*

Обобщённые силы и моменты сил для координат $\varphi_z, \varphi_x, y_m$ равны:

$$\begin{cases} Qy_m = -2F_p y_m - 4F_y\xi_m - 2F_p y_m - 2F_{mp\cdot г}sign(\dot{y}_k - \dot{y}_m); \\ Q\varphi_z = -4F_x\xi_x + M_y\varphi_z; \\ Q\varphi_x = -F_{mp\cdot b}bsign\left(-\dot{\theta}_k b + b\dot{\varphi}_x\right) + F_{mp\cdot b}bsign(\dot{\theta}_k b - b\dot{\varphi}_x) \end{cases} \qquad (6)$$

Используя уравнение Лагранжа второго порядка, получим систему дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} (I_0 + m_k h_1^0)\dot{\theta}_k + m_k h_1 \ddot{y}_k + (2Eb^2 - m_k g h_1)\theta_k - F_{mh\cdot b} b sign\left(-\dot{\theta}_k b + b\dot{\varphi}_x\right) + \\ F_{mp\cdot b} b sign\left(\dot{\theta}_k b - b\dot{\varphi}_x\right) - 2Eb^2\varphi_x = 0; \\ m_k y_k + m_k h_1 \ddot{\theta}_k + E_1 y_1 + 2F_{mp} sign(\dot{y}_k - \dot{y}_m) - E_1 y_1 = 0; \\ m_k \ddot{y}_k + m_k h_1 \ddot{\theta}_k + E_1 y_1 + 2F_{mp} sign(\dot{y}_k - \dot{y}_m) - E_1 y_m = 0; \\ I_x \ddot{\varphi}_x + (2Eb^2 + 2E_2 S^2)\varphi_x - 2Eb^2\theta_k + 2\beta_2 S^2 \dot{\varphi}_x + F_{mp\cdot b} b sign\left(\dot{\theta}_x b - b\dot{\varphi}_x\right) - 2E_2 S^2 \theta_0 - \\ -2E_2 S^2 \dot{\theta}_0 = 0; \\ m_m \ddot{y}_m + 2E_1 y_1 - 2F_{mp} b sign(\dot{y}_k - \dot{y}_m) + \dfrac{2p}{R_k - R_p} + 2F_y \xi_y + F_p y_m = 0; \\ I_z \ddot{\varphi}_x + 2SF_x \xi_x + M_y \varphi_x = 0: \end{cases} \quad (7)$$

Уравнение (7) решалось при различных скоростях движения воды от 10 до 100 км/ч. Из результатов расчёта видно, что собственная частота боковой качки от движения воды в тоннеле равна 1,5-1,6 герц, основание тоннеля – до 6 герц. Наибольшие колебания боковой качки происходят при скорости 60-70 км/ч. На рис 2 приведены зависимости силы F_p от неравности поверхности, а на рис 3 от скорости движения воды.

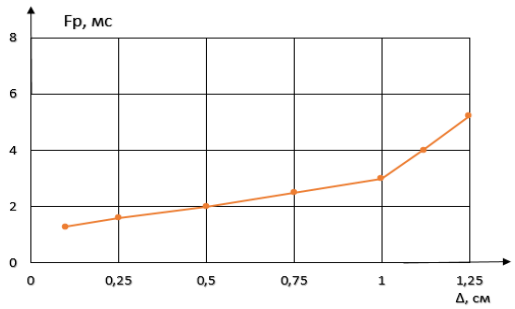


Рис. 2. Зависимости направляющегося усилия -F_p от неровности дна тоннеля

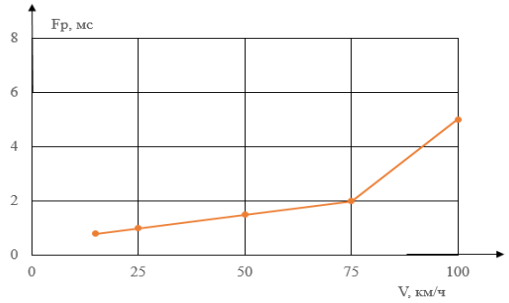


Рис. 3. Зависимость усилия F_p от скорости движения воды в тоннеле

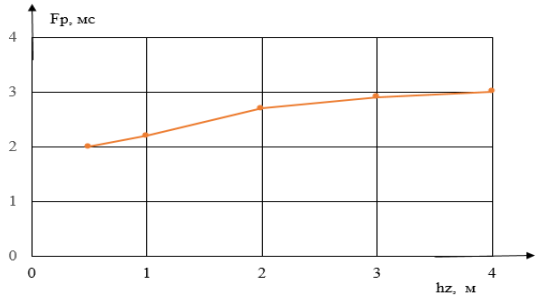


Рис. 4. Зависимость горизонтальных сил воздействия воды от веса воды, пропорциональной слою -h_z

На основе рис. 2, 3 и 4 можно сделать вывод, что горизонтальные поперечные воздействия воды в гидростатическом тоннеле создают значительные колебательные процессы, которые зависят и от скорости движения воды и от мощности слоя воды в тоннеле.

Для уточнения результатов теоретических расчётов необходимо провести серию натурных экспериментов в реальных условиях гидротехнического тоннеля Нурекской ГЭС, а также по результатом сложных модельных экспериментов с подбором материалов по теории моделирования профессора, академика А.Г. Назарова, что позволит значительно уточнить разработанную теорию расчёта.

Литература:

1. Абдужабаров А.Х. Сейсмостойкость автомобильных и железных дорог/ А.Х. Абдужабаров// КАСИ, 1996, 226 с, Бишкек.

2. Жуковский Н.Е. О движении твердого тела, имеющего полости, наполненные однородной капельной жидкостью/ Н.Е. Жуковский// Собрсеч.Т.1., М.: Гостехиздат, 1948.-С 348-405

3. Хасанов Н.М., Сейсмостойкость конструкций водопропускных сооружений и подземных переходов /Н.М. Хасанов., А.Х. Абдужабаров., У.Р. Тешаев//Вестник гражданских инженеров. 2017. №2 (55), г. Санкт-Петербург.

4. Хасанов Н.М., Абдужабаров А.Х. Расчет напряжённо-деформированного состояния дорожного покрытия при сейсмических воздействиях. // Тюмень, ТИУ. -2016 С.267

5. Хасанов Н.М., Абдужабаров А.Х., Тешаев У.Р. Сейсмостойкость конструкций водопропускных сооружений и подземных переходов. //Вестник гражданских инженеров. 2017. № 2 (55), г. Санк-Петербург.

6. Абдужабаров А.Х., Хасанов Н.М. Конструктивные решения бетонных покрытий дорог и взлетно-посадочных полос аэродромов в сейсмических условиях. //Наука и новые технологии НиНТ №9.-Бишкек: Изд-во НЖиДХЛ, 2001.- С.91-93.

7. Хасанов Н.М., Сайрахмонов Р.Х., Умаров С.С. Повышение физико-механических свойств щебеночно-мастичного асфальтобетона на основе поверхностно-активной и стабилизирующей добавки// Вестник ТТУ, №3(31).- Душанбе, 2015,.- С.184-187.

8. Сулейманова М.А., Саидов Ф.Ю. Количественная оценка НДС оснований сооружений при воздействии сейсмической нагрузки//// Вестник ТТУ, №4(40).- Душанбе, 2015,.- С.135-141.

УСТУВОРИИ НАҚБИ ГИДРОТЕХНИКИИ НБО-и НОРАК ҲАНГОМИ ТАЪСИРИ ҚУВВАҲОИ ЗИЛЗИЛАВӢ

Н.М. Ҳасанов, М.А. Сулейманова, А.О. Яқубов

Дар мақола лаппишҳои канорӣ ва уфуқии об дар нақбҳои гидротехникӣ ҳангоми бо таъсири сейсмикӣ мувофиқ омаданашон дида баромада шудааст. Дар асоси таҳлили ҳолати ба вуҷудомада алоқаи байни нақб ва хокҳо дар самти тӯлӣ ва арзӣ ва ҳангоми гардиш муқаррар карда шудааст. Муайян карда шуд, ки таъсири уфуқӣ ва арзӣ дар нақбҳои гидротехникӣ лаппишҳои зиёди аз суръати ҳаракати об ва бузургии он вобастабударо ба вуҷуд меоваранд. Боиси қайд аст, ки барои ба даст овардани натиҷаҳои ҳисоби назарявӣ гузаронидани тадқиқоти таҷрибавӣ дар шароити ҳақиқӣ зарур аст.

Калимаҳои калидӣ: зилзилаустувор, нақб, лаппишҳои паҳлӯӣ ва уфуқӣ, таъсир, динамика, хок, инерсия, мазбутӣ, модули чандирӣ.

RESISTANCE OF HYDRAULIC TUNNEL OF THE NUREK HYDROPOWER PLANT UNDER SEISMIC LOADS

N.M. Khasanov, M.A. Suleymanov, A.O. Yakubov

The article considers horizontal and lateral movements of water in the hydraulic tunnel at the coincidence with seismic effects. The analysis of this condition a connection is established between the tunnel and the soil in the longitudinal and transverse directions, as well as when turning. It is established that the horizontal cross-effects of water in hydraulic tunnel create significant fluctuations, depending on the speed of the movement of water and its power.

It should be noted that to refine the results of the theoretical calculations is necessary the production of the experimental research in real conditions.

Keywords: seismic, tunnel, lateral and horizontal vibrations, impact, dynamics, ground, inertia, stiffness, modulus of elasticity.

Сведения об авторах:

Хасанов Н.М. – к.т.н., доцент кафедры «Подземные сооружения, основания и фундаменты» ТТУ имени академика М.С. Осими.

Сулейманова М.А. – к.т.н., доцент кафедры «Подземные сооружения, основания и фундаменты» ТТУ имени академика М.С. Осими.

Якубов А.О. – ассистент кафедры «Подземные сооружения, основания и фундаменты» ТТУ имени академика М.С. Осими.

УДК 621.182.9

СИСТЕМА ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ, ПОВЫШЕННОГО ЕСТЕСТВЕННОГО ЦИРКУЛЯЦИОННОГО ДАВЛЕНИЯ

С.М. Назаров[1], А.А. Сулейманов[1], Мухиддиниён Пулод Мухиддин[2], А.З. Ибрагимов[1], Р.С. Назаров[3]

(Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими[1], Директор группы реализации проектов строительства энергетических сооружений при Президенте РТ[2], РИАС Инжиниринг г. Душанбе[3])

В статье рассматривается вопрос повышения эффективности систем с естественным побуждением циркуляции путем увеличения циркуляционного давления с помощью парообразовательных патрубков.

Ключевые слова: *повышенное естественное давление, парообразовательный патрубок, комбинированная система, смешение воды и пара.*

Территория Таджикистана состоит из 97% гор и только 3% равнин. Причем практически 90% представлено горно-рудным обогащением. Поэтому в гористой местности из-за перепада высот наиболее рационально использовать системы водяного отопления с естественной циркуляцией воды. Территория Таджикистана по регионам и рельефу местности представляет собой рассредоточенное расположение жилых и административных зданий. В особенности это имеет место в сельских застройках населенных пунктов местности, где более рациональным видится использование рассредоточенных систем отопления. Кроме этого, следует также отметить, что снабжение

электрической энергией сельской местности в зимний период времени ограничено, и это снижает эффективность использования системы водяного отопления, а в некоторых случаях делает невозможным его использование. Кроме этого, здесь следует указать, что с высотой расположения системы водяного отопления, давление воды в системе понижается, что может также привести к образованию газо-воздушных сред, способствующих циркуляцию воды в системе отопления. Это частично возмещает циркуляции воды в системе водяного отопления и уменьшает энергозатраты.

Вышесказанное может иметь место на более низких высотах. Есть и другая модель, как возникновение естественного циркуляционного давления, возникающее при охлаждении теплоносителя в теле котла.

Из рисунка 1 видно, что с возрастанием высоты столба жидкости h, величина циркуляционного давления увеличивается, возрастает при этом циркуляционный расход, повышая температуру теплоносителя, так как увеличивается потенциал подающей воды, тем самым увеличивая циркуляционное давление.

Из вышесказанного видно, что система водяного отопления бывает с насосной и с естественной циркуляцией воды. Наиболее трудозатратной является система водяного отопления с искусственным побуждением циркуляции воды.

Однако для работы системы водяного отопления с естественной циркуляцией воды и с искусственным побуждением необходимо затратить большое количество энергии.

Есть случаи, когда использование двух и более видов топлива приводить к экономной и эффективной работе системы водяного отопления. Остановимся на разновидности получения энергии в емкости и на основные из них используемые в системе водяного отопления с естественной циркуляцией теплоносителя.

Схемы системы водяного отопления с естественной циркуляцией воды.

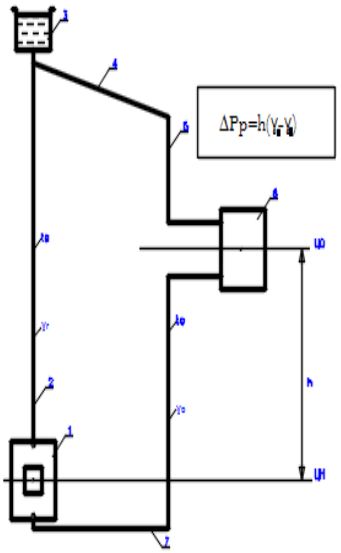


Рис. 1. Принципиальная схема системы водяного отопления с естественной циркуляцией воды.

1.Водогрейный котел.
2.Главный стояк.
3.Расширительный бак.
4.Магистраль горячей воды.
5.Подающий стояк.
6.Отопительный прибор.
7.Магистраль охлаждённой воды .
ЦН-Центр нагрева воды.

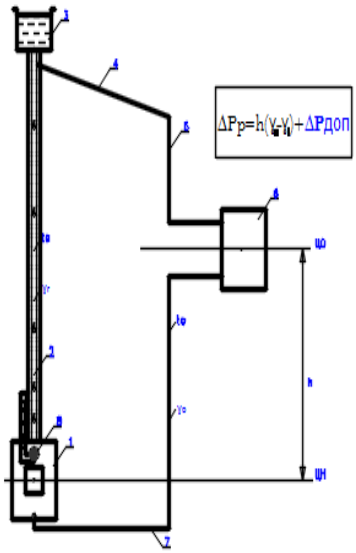


Рис. 2. Принципиальная схема системы водяного отопления с дополнительной естественной циркуляцией воды.

1.Водогрейный котел.
2.Смесительная труба.
3.Расширительный бак.
4.Магистраль горячей воды.
5.Подающий стояк.
6.Отопительный прибор.
7.Магистраль охлаждённой воды.
8.Парообразователь
ЦО- Центр охлаждения.

Совместная работа этих систем дает нам комбинированную систему водяного отопления рис. 2, (причем комбинированная система состоит из емкости, где подогревается вода и поверхности нагрева, где осуществляется циркуляция воды).

Здесь следует подчеркнуть, чем выше температура теплоносителя воды, тем выше величина естественного циркуляционного давления. Но при этом давление воды должно возрастать, следует отметить, что целью нашей системы водяного отопления является не выпуск избытка давления, а получение реактивной силы, позволяющей увеличивать циркуляционный расход.

Для решения проблемы на кафедре «Теплогазоснабжение и вентиляция» Таджикского технического университета предложена комбинированная система водяного отопления с естественной повышенной циркуляцией воды.

Сущность предлагаемой конструкции заключается в том, что топочное устройство снабжено одним входным парообразователем используемого источника энергии и соединено с вертикальным участком трубопровода комбинированной системы водяного отопления (например, с разводящей трубой расширительного бака атмосферного типа).

Таким образом, получаемый пар в парообразователе, смешиваясь с теплоносителем системы отопления, увеличивает теплосодержание теплоносителя, что приводит к увеличению циркуляционного давления (циркуляции воды) в системе отопления и поддержке необходимых перепадов температуры теплоносителя.

На чертеже рис.3 представлена схема системы водяного отопления с водогрейным котлом. Котел состоит из корпуса 1, патрубка входа охлажденного теплоносителя 2, патрубка выхода нагретого теплоносителя 3, нагревательного прибора 4, верхней крышки 5, жестко присоединенного к корпусу 1, водогрейной трубкой поверхности нагрева 6, расположенного в топочном пространстве, открытые концы которого жестко закреплены на промежуточной перегородке 7, отделяющей водяную камеру 8 от топочного пространства, а отверстия входа 9 и выхода 10 теплоносителя от водогрейной трубки выходят в водяную емкость 8 сбора нагретой воды. Тепловоспринимающие поверхности парообразовательных камер 11, заглушенные со стороны топочной камеры 12 и открытые со стороны емкости для сбора пара 13, выполненные, например, из короткой цилиндрической трубки. Топливо, загружается через загрузочное отверстие 14 на поверхность колосниковой решетки 15. Твердые отходы топлива собираются в зольнике 16. Устойчивость установки котла достигается закреплением корпуса котла на жестко закрепленных ножках 17.

Комбинированный котел работает следующим образом:

Систему водяного отопления и котел заполняют водой через подпиточную линию 18. Воздух удаляется через расширительный бак 19. Топливо загружают через загрузочную дверку 14 на поверхность

колосниковой решетки 15. Горение топлива приводит к образованию продуктов горения, которые омывают тепловоспринимающую поверхность водогрейных труб 6 и парообразовательные трубки 11 комбинированного котла. Из водяной камеры 8 охлажденный в системе отопления теплоноситель через входное отверстие 9 поступает в водогрейную трубную поверхность 6, нагревается и через выходное отверстие 10 поступает в водяную камеру 8, повышая температуру теплоносителя. Когда величина циркуляционного давления в системе водяного отопления окажется выше гидравлического сопротивления системы отопления, в системе отопления происходит циркуляция воды.

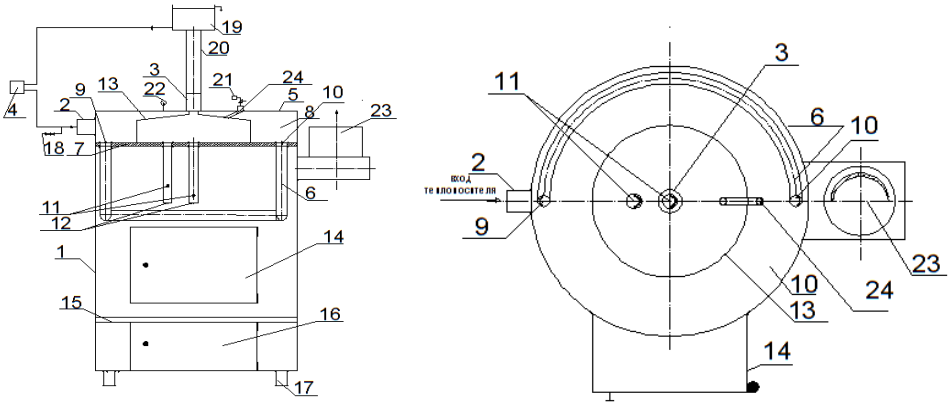


Рис. 3. Комбинированная система водяного отопления с естественным побуждением циркуляции

1-корпус: 2-патрубка входа охлаждённого теплоносителя: 3- патрубка выхода нагретого теплоносителя: 4-нагревальный прибор: 5-верхняя крышка: 6-поверхность нагрева: 7-промежуточная перегородка: 8-водяная камера: 9-отверстия входа теплоносителя: 10- отверстия выхода теплоносителя: 11-парообразовательная камера: 12-заглушка: 13-паросборник: 14-загрузочное отверстие: 15-колосниковая решётка: 16-зольник: 17-ножки котла: 18-подпиточный патрубок: 19-расширительный бак: 20-вертикальная труба: 21-предохранительный клапан: 22-термометр: 23-дымоход.

Вода в парообразовательных трубках 11 под тепловым воздействием продуктов горения превращается в пар и движется в сторону паросборника 13, накапливается и под некоторым умеренным давлением проходит в вертикальный участок трубы 20. На этом участке образуется пароводяная смесь, плотность которой меньше плотности теплоносителя. Это разница плотностей приведет к возникновению выталкивающей силы и повышает циркуляцию воды в системе отопления и повышает его эффективность. Для контроля давления пара и температуры установлен предохранительный клапан

21 и термометр 22, а для отвода продуктов горения из котла в атмосферу дымоход 23.

Таким образом, снижение температуры наружного воздуха приводит к увеличению температурного напора на каждом нагревательном приборе. Это, в свою очередь, снижает циркуляционный расход. Система водяного отопления с естественной циркуляцией теряет устойчивость работы, а в некоторых случаях теплоноситель в системе перестает циркулировать. Для устранения этого недостатка подобных систем предложена система водяного отопления, повышенного естественного циркуляционного давления.

Литература:

1. Михайлов Ф.С. Отопление и основы вентиляции. Москва 1972.12с.

2. Дроздов В.Ф. Отопление и вентиляция. Отопление. Москва «Высшая школа» 1976. 232с.

3. Староверов И.Г. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Часть 1. Отопление, водопровод, канализация.1975. 99стр.

4. Щекин Р.В. Справочник по теплоснабжению и вентиляции в гражданском строительстве.1960.332стр.

5. Хрусталев Б.М., Кувшинов Ю.Я. Теплоснабжение и вентиляция. 2008. 79стр.

6. Богословский В.Н., Сканави А.Н. Отопление.1991.670стр.

7. Каменев П.Н., Сканави А.Н., Богословский В.Н. Отопление и Вентиляция. Часть 1.1975. 316 стр.

8. Киссин М.И. Отопление и вентиляция. Часть1. Отопление.1997.259 стр.

9. Варфоломеев Ю.М., Кокорин О. Отопление и тепловые сети.2006.99стр.

10. Андреевский А.К. Отопление. 1982.129стр.

11.Сканави А.Н., Махов Л.М. Отопление. 2002.151стр.

12. Ливчак И.Ф. Квартирное отопление. 1982. 98стр.

13. Сибикин Ю.Д. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.2004.90стр.

WATER HEATING SYSTEM WITH INCREASED NATURAL CIRCULATION PRESSURE

S.M. Nazarov, A.A. Suleymanov, Muhiddiyeni Pulod Muhiddin,

The article considers the issue of increasing the efficiency of systems with a natural circulation motivation by increasing the circulation pressure with the help of steam-forming nozzles.

Key words: increased natural pressure, steam-forming nozzle, combined system, mixing of water and steam.

НИЗОМИ ГАРМКУНИИ ОБӢ БО ФИШОРИ БАЛАНДИ ДАВРЗАНАНДАГИИ ТАБИӢ

С.М. Назаров, А.А. Сулейманов, Мухиддиниён Пулод Мухиддин, А.З. Ибрагимов, Р.С. Назаров

Дар мақола саволи баландбардории самаранокии низоми гармкунӣ бо гардиши даврзанандагии табиӣ ва роҳи зиёд гардонидани фишори даврзанандагӣ бо ёрии қубурҳои буғҳосилкунанда дида баромада шудааст.

Калимаҳои калидӣ: зиёдшавии фишори табиӣ, қубурҳои буғҳосилкунанда, низоми муштарак, омезиши об ва буғ.

Сведения об авторах:

Назаров Саидхуджа Маджидович – ст. преп. кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция», ТТУ им. ак. М.С. Осими. e-mail: nasarov_said@bk.ru

Сулейманов Абдусаттор Абдулхаевич – д.т.н., и.о., профессора кафедры «Инженерные системы зданий и сооружений», ТТУ имени академика М.С. Осими, e-mail: abdusattor@bk.ru

Мухиддиниён Пулод Мухиддин – директор группы реализации проектов строительства энергетических сооружений при Президенте РТ.

Ибрагимов Ахлиддин Зарифович – аспирант кафедры «Инженерные системы зданий и сооружений», ТТУ имени академика М.С. Осими, e-mail: havas.19-95@mail.ru

Назаров Рухшод Саидхуджаевич- проектировщик компании РИАС инжиниринг г.Душанбе Таджикистан e-mail: nrs.9898@bk.ru

ОТХОДЫ ДУШАНБИНСКОЙ ТЭЦ-2 – СЫРЬЁ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОЙМАТЕРИАЛОВ

Ф.Х. Насруллоев, Х.Б. Бобоев, Х.Ш. Гулахмадов, М.М. Сафаров

(Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими)

В данной работе представлены результаты экспериментальных исследований физико-механических испытаний керамического кирпича, *химический состав исследуемых зола уноса, зольно – шлаковых отходов ДТЭЦ-2.*

По полученным данным из экспериментов была построена зависимоть прочности золокерамического кирпича от состава смеси зола-уноса ДТЭЦ-2, что согласно требованиям п.5.2.3. табл.7 ГОСТ 530-2012, кирпич соответствует марке М100.

Ключевые слова: *зольно-шлаковые отходы, строительные материалы, зола, прочность, керамический кирпич, изгиб.*

В настоящее время повторное использование отходов одного производства в качестве сырья другим производством очень актуально. Зола от сжигания углей на электростанциях благодаря своим свойствам, количеству и распространению является перспективным сырьём для производства различных строительных материалов. Одним из наиболее крупномасштабных потребителей золы-уноса может являться производство кирпича и плитки, а также использование золы-уноса в укреплении грунтов дорожного строительства.

Уровень утилизации золы-уноса и золошлаковых отходов (ЗШО) ТЭЦ в Таджикистане в настоящее время находится на стадии изучения, а в ряде развитых стран как Франции, Германии, Финляндии и России проводится государственная политика, стимулирующая их использование и получение строительных материалов и других товарных продукций [1].

Зола-уноса и золоотвалы являются распространенными и мощными источниками загрязнения длительного действия, создающие серьезные экологические проблемы на обширных территориях. Поэтому одним из

эффективных способов решения данной проблемы является вовлечение в хозяйственный оборот золошлаковых отходов (далее ЗШО) ТЭЦ [1].

ЗШО – это минеральный остаток, образующийся в результате сжигания угля на ТЭЦ, состоящий из золы-уноса и топливного шлака. Эти два материала имеют различный химический состав и различные физико-механические свойства.

Топливный шлак – это материал, скапливающийся в нижней части топочного пространства тепловых агрегатов и удаляемый в жидком или спекшемся состоянии. При совместном удалении золы и шлака гидротранспортом на тепловых электростанциях образуется золошлаковая смесь [2].

Душанбинский ТЭЦ-2 (далее ДТЭЦ-2) является на сегодняшний день ведущим поставщиком угольных золы-уноса на территории города Душанбе и необходимо применение данных видов золы-уноса в производстве строительных материалов (бетон, строительный раствор, сухие строительные смеси, и др.). Для этого необходимо провести исследовательскую работу, направленную на глубокое изучение свойств угольных золы-уноса, накопление результатов исследований и их систематизацию.

Основными направлениями исследований золы-уноса данных электростанций являлось изучение возможности применения их в качестве минеральных добавок для производства строительных материалов.

Применение зол-уноса и ЗШО в производстве строительных материалов - одно из наиболее перспективных направлений утилизации, так как данный вид промышленности обладает огромной материалоемкостью и обеспечит вовлечение в производственный цикл высокого объема зол-уноса.

Целью настоящей работы является получение строительного материала на основе зол ДТЭЦ-2 с технологическими свойствами.

Основные исследования проведены в лаборатории строительных материалов на ОАО «Научно-исследовательский и проектно-изыскательский институт САНИИОСП» города Душанбе.

Свойства сырьевых материалов и полученных изделий определялись в соответствии со стандартными методиками. Готовые образцы были подвергнуты физико-механическим испытаниям в соответствии с ГОСТ 530-2012 «Кирпич и камни керамические. Технические условия». Испытания образцов кирпича проводились по ГОСТ 8462-85 «Материалы стеновые. Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе».

На основании проведенных экспериментов удалось получить различные сравнительные характеристики, которые дают представление о возможной выгоде использования золы-уноса и ЗШО в производстве керамического кирпича. Зольность углей некоторых месторождений Таджикистана иногда может быть до 40%. В качестве примера в табл. 1 приведены характеристические показатели состава угля месторождения Фон-Ягноб [3]. Данный уголь применяется на ТЭЦ-2 города Душанбе.

Таблица 1.

Характеристики состава угля месторождения Фон-Ягноб

Влажность, %	Зольность, %	Летучие вещества, %	Соединения серы, %	Фосфор, %	Элементарный состав, %	
					C	H2
0,25-2,62	3,18-38,81	20,73-40,52	0,17-6,84	0,05-0,237	79,06-87,53	4,73-6,33

В работе использовались: глина месторождений территории Вахдатского района, в качестве добавок – золы - уноса ДТЭЦ-2 и уголь Анзобского месторождения.

Предварительно глина и уголь подвергались дроблению и перемешиванию по технологическому процессу производства на ООО «Строй форс». Добавки вводились в количестве: золы-уноса 3,2; 6,4; 10 и 20% и угля 1,8; 3,2; 5 и 20% от массы глины. Общая масса смеси составляла 100%. Из вяжущих формовались образцы керамического кирпича размером 248×120×64 мм, которые до технологического процесса обжига (t=900°C) твердели в нормальных условиях (режим 5 суток, при tcp=35°C). В качестве контроля использовался ПЦ М400 Д 20.

В результате исследования были получены следующие результаты: размеры изделий, толщину наружных стенок, диаметр цилиндрических пустот,

размеры квадратных и ширину щелевидных пустот, длину посечек, площадь отколов и длину отбитостей ребер изделий измеряют металлической линейкой по ГОСТ 427 или штангенглубиномером по ГОСТ 166. Погрешность измерения - ±1 мм [4,5]. Предел прочности при сжатии кирпича и кирпича при изгибе определяют в соответствии с ГОСТ 8462.

Предел прочности при сжатии образцов вычисляют с точностью до 0,1 МПа (1 кг/см) результатов испытания всех образцов. Испытание проводилось на прочность при раздавливании на прессе ПГМ-100МГ4. Предел прочности на сжатие вычисляли как среднее арифметическое результатов пяти испытаний без наибольшего и наименьшего результатов. Полученные данные представлены в табл. 2.

Таблица 2.

№	Содержание компонента кирпича, %	Размеры и правильность форма кирпича, мм	Дефекты внешнего вида кирпича	Средний предел прочности, кгс/см^2	Средний предел изгиба, кгс/см^2	Плотность, кг/м^3
1	глина-100%	249,3x120x63	-	95,54	35,10	1465
2	глина-95% уголь- 1,8% золь-3,2%	249,3x120x64	-	97,43	35,08	1465
3	глина-90,4% уголь-3,2% золь-6,4%	248,6x121x62	-	103,69	37,44	1488
4	глина-85% угль-5% золь-10%	248,6x120x63	-	74,85	23,04	1460
5	глина-80% золь-20%	248x120x67	-	75,11	35,14	1476

По полученным данным из экспериментов была построена зависимость прочности золо-керамического кирпича от состава смеси (рис. 1).

Доля золы - уноса составляла 3-20% (остальное – глина и угля). Результат показывает, что активация смеси при 3,2 и 6,4% содержании состава керамического кирпича обеспечивает прочность материала, равную 97,43 - 103,69 кгс/см^2 и изгибе 35,08-37,44 кгс/см^2, что согласно требованиям п.5.2.3. табл.7 ГОСТ 530-2012 кирпич соответствует марке М100. Более высокое содержание золы-уноса (10 и 20%) не отвечает требованиям ГОСТа 530-2012.

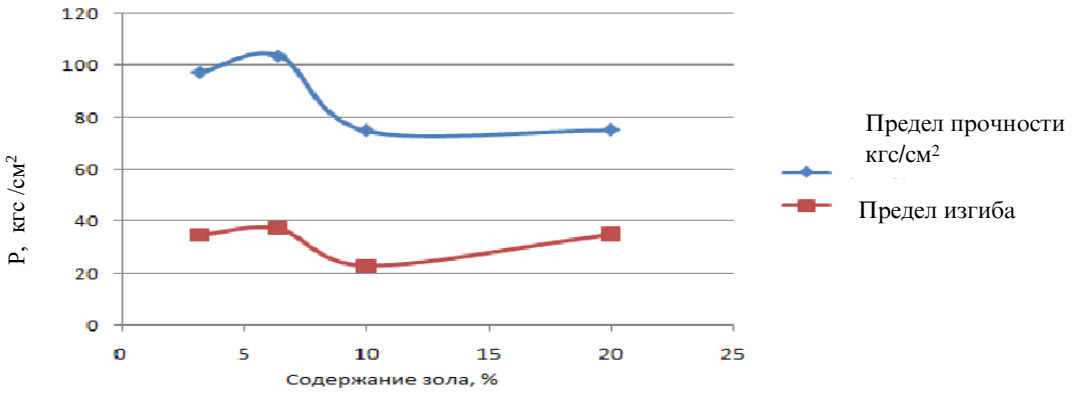


Рис. 1. Зависимость прочности и изгиба золо-керамического кирпича от содержания золы-уноса

Водопоглощение керамического полнотелого керамического кирпича пластического формования составило в среднем 22,47%, что удовлетворяет п.5.2.4 ГОСТ 530-2012.

Выводы по работе можно сделать следующие:

-наибольшая прочность керамического кирпича достигается при температуре обжига более 900 °С, а также при введении добавок золы-уноса до 5-7% при нормальных условиях. Максимальная прочность образцов достигается при введении 6,5% добавки золы-уноса;

-с повышением количества добавки золы-уноса более 10% прочность керамического кирпича снижается;

-угли добавляют в глину до 5% от требуемого объема глины. В таких количествах каменный уголь оказывает небольшое влияние на пористость кирпича. Основное его назначение - создать восстановительную среду в толще обжигаемого материала. Это интенсифицирует процесс спекания и упрочнения керамики. В изломе кирпича, полученного из глины, золы-уноса и угля, видна темно-малиновая уплотненная зона, повышающая его прочность. Поэтому применение золы-уноса как добавок для повышения прочности керамического кирпича, является одним из важных направлений строительного материаловедения;

-экологическое, за счёт путей утилизации золы-уноса и золошлаковых отходов снижается вредное влияние отвалов на прилегающих территориях

ДТЭЦ-2 как для безопасности использования отходов производства, как товарная продукция, так и для окружающей среды города Душанбе в целом;

-уменьшение затрат на строительство и эксплуатацию отвалов ДТЭЦ-2.

Также в настоящей работе по ГОСТ 8269.1-97 «Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы химического анализа» определяли химический состав исследуемых зол уноса и зольно – шлаковых отходов ДТЭЦ-2. Результаты которых представлены в табл. 3. [6,7].

Таблица 3.

Химический состав зол-уноса и зольно-шлаковых отходов ДТЭЦ-2

Наименование показателя.	Единица изм.	Проектный сорт угля	Коррекционный сорт угля 1	Коррекционный сорт угля 2
SiO_2	%	53.13	55.39	52.25
Al_2O_3	%	30.00	31.11	29.40
Fe_2O_3	%	6.29	2.57	10.04
Ca0	%	3.15	2.40	2.27
MgO	%	0.61	0.44	0.56
Na_2O	%	0.13	0.10	0.14
K_2O	%	3.31	4.37	2.40
TiO_2	%	1.46	1.46	1.65
SO_3	%	0.98	0.85	0.42
MnO_2	%	0.013	0.013	0.010

Как видно из таблицы 3, по химическому составу основными компонентами золы ДТЭЦ-2 являются оксиды кремния, алюминия и железа. Помимо этого, в ней содержится большое количество углерода, так называемого недожога угля.

Высокое содержание в золе углерода и оксидов железа снижает ее качество и препятствует широкому использованию в строительной и других отраслях промышленности [5,6].

Так же следует обратить внимание на наличие высоких значений потерь при прокаливании, превышающие 25% для золошлаков ДТЭЦ-2, находящихся в золоотвале, это соответствует справке ООО Шэньсиской электрической компании «Юньвэй» за 2014 год о среднем содержании недогоревшего угля в уносе 19,5% и достигающем по отдельным котлам-20% [8].

По химическому составу золошлаки принято делить на высококальциевые (активные) и низкокальциевые (инертные, кислые). Данная классификация особенно удобна для оценки возможности использования ЗШО при производстве строительных материалов (табл. 3) [7].

Анализ полученного химического состава золы Зиддийского месторождения угля показал, что золы являются низкокальциевыми (кислые, группы II и III). На основании полученных данных был рассчитан модуль кислотности $Mk=SiO_2+Al_2O_3/CaO+MgO$: Mk=22,1.

Модуль кислотности Зиддийского месторождения угля больше 1, что удовлетворяет требованиям к химическому составу кислых зол. Рассчитанный глиноземистый модуль ($Мг=SiO_2/Al_2O_3$) составил: Мг=1,77. Глиноземный модуль является показателем содержания кремнезема, чем больше значение глиноземного модуля, тем больше содержание кремнезема в золе. Рассчитанные по данным химического анализа золы значения модуля основности (гидросиликатный) $M_o = (CaO + MgO)/(SiO_2 + Al_2O_3)$; Mo = 0,045.

Коэффициент качества определялся по формуле: $K = (CaO + MgO + Al_2O_3)/(SiO_2 + MnO)$; К=0,635.

Классификация золошлаковых материалов по группам активности представлен в табл. 4 [7].

Таблица 4.

Классификация золошлаковых материалов по группам активности.

Группы золошлаковых материалов		I	II	III
Химическая активность		Активные (высококальциевые)	Скрытоактивные	Инертные (низкокальциевые)
Показатели качества	Мо	>0,5-2,8	>0,1-0,5	< 0,1
	Мг	1,5-7,8	1,4-3,6	1,3-3,2
	К	1,0-3,6	0,5-1,5	0,4-0,9
Способность к твердению		Самотвердеющий	Требует интенсификации твердения	Инертный материал
Возможные области использования		Строительство дамб, вяжущее и добавки, дорожное строительство.	Производство строительных материалов и изделий, дорожное строительство.	Дорожное строительство, сырье для производства кирпича.

Согласно ОДМ 218.2.031-2013 «Методические рекомендации по применению золы-уноса и золошлаковых смесей от сжигания угля на тепловых электростанциях в дорожном строительстве» золошлаков ДТЭЦ - 2 по химическому составу предлагает делить золошлаки на низкокальциевые (кислые, группы II и III), где критерием служит также содержание CaO + MgO (ниже 20%) [9].

Литература:

1. Технология получения минеральных волокон путем утилизации золошлаковых отходов и отходов горючих сланцев/Г.Г. Волокитин, Н.К. Скрипникова, О.Г. Волокитин, С. Волланд//Стекло и керамика.-2011.-№8.-С. 3-5.

2. Аниканова, Л.А. Методы определения основных свойств строительных материалов: методические указания к лабораторным работам / Л.А. Аниканова, Ю.И. Довбня, Е.П. Соловьева.– Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2007. – С.26.

3. Ахмадов Ш.И., Шодиев Г.Г. Утилизация золы угля фон-ягнобского месторождения в составе силикатного кирпича. //Вестник Таджикского технического университета.-2017.-4(40).-С.181-184.

4. ГОСТ 530-2012 Кирпич и камень керамические. Общие технические условия. – Введ. 2013-07-01.-М: Изд-во стандартов, 2012.– С.43.

5. ГОСТ 8462–85 Материалы стеновые. Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе.– Введ.1986-07-01.– М: Изд-во стандартов, 1986.– С.5.

6. А.В. Уханов. Опыт и нормативная база по использованию сухой летучей золы ТЭС России при производстве бетонов, строительных растворов и сухих строительных смесей // Материалы V конференции «Золошлаки ТЭС: удаление, транспорт, переработка, складирование», Москва, 24–25 апреля 2014 г. — М.: Полиграфический центр МЭИ, 2014. С. 51 – 57.

7. Пантелеев В.Г., Мелентьев В.А., Добкин Э.Л., Агеев Г.С., Кириллов В.Н., Ларина Э.А., Матюшин В.М., Большакова Ю.С., Гольдина Т.М., Сергеева Т.Е. Золошлаковые материалы и золоотвалы. М.: Энергия, 1978.С.296.

8. Инструкция по эксплуатации систем золо-шлакоуправления (версия 2): Строительства ДТЭЦ-2. ООО Шэньсиской электрической компании «Юньвэй», 2014.-С.71.

9. ОДМ 218.2.031-2013. Методические рекомендации по применению золы – уноса и золошлаковых смесей от сжигания угля на тепловых электростанциях в дорожном строительстве [Текст]: взамен ВСН 185-75: издан на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от 04.03.2013 г. № 2 50-рю. – М., 2013. – С.67.

ПАРТОВҲОИ МБГ-2-и ШАҲРИ ДУШАНБЕ – АШЁИ ХОМ БАРОИ ИСТЕҲСОЛИ МАСОЛЕҲҲОИ СОХТМОНӢ

Ф.Х. Насруллоев, Х.Б. Бобоев, Х.Ш. Гулаҳмадов, М.М. Сафаров

Дар ин кор натиҷаҳои таҷрибавии тадқиқоти физикӣ-механикии санҷиши хишти сафолӣ, таркиби кимиёвии хокистари ангишт ва партовҳои хокистару дажғолҳои МБГ-2-и шаҳри Душанбе оварда шудааст.

Аз натиҷаи таҷрибаи гузаронидашуда вобастагии мустаҳкамии хишти сафолӣ аз омехтаи хокистари МБГ-2 муайян гардид, ки мутобиқи банди 5.2.3. ҷадвали 7-и стандарти давлатии ГОСТ 530-2012, хишти сафолӣ ба тамғаи М100 ҷавобгӯ мебошад.

Калимаҳои калидӣ: партовҳои хокистару дажғолҳо, масолеҳҳои сохтмонӣ, хокистар, мустаҳкамӣ, хишти сафолӣ, фишӯрдашавӣ.

WASTE OF THE HEP DUSHANBE-2 – RAW FOR THE PRODUCTION OF BUILDING MATERIALS

F.X. Nasrulloev, H.B. Boboev, H.Sh. Gulahmadov, M.M. Safarov

This paper presents the results of experimental studies of physical and mechanical tests of ceramic bricks, the chemical composition of the studied fly ash, ash and slag waste HEP Dushanbe-2.

According to the data obtained from the experiments was the dependence of the strength of the ash-keramic brick on the composition on the mixture of ash entrainment HEP Dushanbe-2 was built, wich according to the requirements of paragraph 5.2.3. table.7 GOST 530-2012, brick meets to mark M100.

Keywords: fly ash – slag waste, building materials, fly ash, durability, ceramic brick, bending.

Сведения об авторах:

Насруллоев Фарход Худжаевич – докторант PhD 2-го курса кафедры “БЖД и Э” ТТУ имени академика М.С. Осими. E-mail: farhad-9393 @mail.ru, тел.:+992918397131.

Бобоев Хакназар Бобоевич – ст. преподаватель кафедры “БЖД и Э” ТТУ имени академика М.С. Осими.

Гулахмадов Хайдар Шарифович – к.т.н., доцент кафедры “БЖД и Э” ТТУ им. ак. М.С. Осими. E-mail: h.gulahmadov@mail.ru. тел.:+992918702081.

Сафаров Махмадали Махмадиевич – д.т.н., профессор кафедры «Т и ТО» ТТУ им. ак. М.С. Осими. E-mail: mahmad1@list.ru. тел.:+992951631585.

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 или nisttu@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.

POLYTECHNIC BULLETIN

1(41)

2018

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:

— 05.14.00 Energy *
— 05.16.00 Metallurgy and Materials*
— 05.17.00 Chemical technology
— 05.22.00 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)
MUKIMOV R.S.
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

*** The specified directions of the Journal since October 18, 2017 are included in the List of peer-reviewed scientific publications of the Higher Attestation Commission of the Russian Federation.**

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: **Ахдияи Саид**

Нишонӣ: ш. Душанбе, хиёбони акад. Раҷабовҳо, 10^{А}
Адрес: г. Душанбе, проспект акад. Раджабовых, 10^{А}

Ба матбаа 20.03.2018 супорида шуд. Ба чоп 28.03.2018 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. Раҷабовҳо, 10^{А}