

ISSN 2520-2227

ПАЁМИ ПОЛИТЕХНИКӢ

Бахши Таҳқиқотҳои муҳандисӣ

3 (43) 2018



ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК
Серия: Инженерные исследования

POLYTECHNIC BULLETIN
Series: Engineering studies

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК

3⁽⁴³⁾
2018

СЕРИЯ: ИНЖЕНЕРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Издаётся с
января 2008 года

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ISSN 2520-2227

Учредитель и издатель:
Таджикский технический
университет имени академика
М.С. Осими
(ТТУ им. акад. М.С.Осими)
Научное направление
периодического издания:
5.14.00 Энергетика*;
5.16.00 Металлургия и
материаловедение*;
5.17.00 Химическая
технология;
5.22.00 Транспорт*;
5.23.00 Строительство и
архитектура*.

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

Журнал включен в РИНЦ
https://elibrary.ru/title_about.asp?id=62828

Договор с Научно-электронной
библиотекой №05-08/09-1 о
включении журнала в Российский
индекс научного цитирования

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

Адрес редакции:

734042, г. Душанбе, проспект

акад. Раджабовых, 10А

Тел.: (+992 37) 227-04-67

Факс: (+992 37) 221-71-35

E-mail: nisttu@mail.ru

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

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

МУНДАРИЧА

ЭНЕРГЕТИКА

- Р.А. Азимов, М.М. Чаборов, У.М. Ахмедов.** Хусусиятҳои динамикии мошини синхронии асинхроншудаи беконтакта ва роҳҳои сохтани сохтори танзим 7
- Р.А. Чалилов.** Шартҳои имконпазири синхронизатсияи дақиқи генераторҳои электрикии бодӣ ва генераторҳои дизелӣ 12
- С.А. Абдулкеримов, Х.Б. Назиров, М.М. Камолов, А.С. Амирхонов, З.С. Ганиев.** Тадқиқоти таҷрибавӣ, таҳлил ва баҳодиҳӣ ба сифати энергияи электрикӣ дар шабакаҳои электрикии 0,4кВ-и муассисаи таълимӣ 16

МЕТАЛЛУРГИЯ ВА МАСОЛЕҲШИНОСӢ

- Д.С. Азимов, Г.К. Ивахнюк, М.Т. Идиев, К.М. Палавонов.** Таъсири мавҷҳои моделиронидашудаи басомадашон тағйирёбанда ба хосиятҳои физикавӣ ва химиявӣ оби муқаттар ва гидрогели дар асоси полимери акрилӣ таркибёфта 20
- М.Ч. Ширинов, И.Н. Ганиев, Н.С. Олимов, Н.Ф. Иброхимов.** Вобастагии ҳарорати гармиғунҷош ва тағйирёбии функсияҳои термодинамикии ҳулаи АК9 27
- Ф.Ш. Зокиров, И.Н. Ганиев, А.Э. Бердиев, М.М. Сангов.** Таъсири барӣ ба рафтори анодии ҳулаи АК12М2 30

ТЕХНОЛОГИЯИ КИМИЁВӢ

- Ф.М. Тошов, Ҳ.З. Карамбахшев, Ш.А. Қурбонов, Ш.Р. Самихов, Л.Г. Горенкова, С.Ш. Сафаров, З.К. Муҳидинов.** Ғанигардонии маъдани фосфордори кони Риват бо кислотаи гидрогенхлорид 34
- Ш.Р. Самихов, Ҳ.А. Маҳмудов.** Омӯзиши кинетикаи раванди ишқоронии тиокарбамидӣ 38

НАҚЛИЁТ

- А.М. Умирзоқов, А.А. Саилов, А.Х. Аббаев, А.Л. Бердиев, Ф.И. Чобиров.** Баҳодиҳии эҳтимолӣ-омории таъсири омилҳо, ки гашти шинаҳои автомобилро дар шароитҳои истифодабарӣ дар қарӣрҳои баландкӯҳ муайян мекунад 40
- А.М. Умирзоқов, А.А. Саилов, А.Х. Аббаев, Ф.И. Чобиров, А.Л. Бердиев.** Таснифи омилҳое, ки гашти шинаҳоро дар шароити қарӣрҳои баландкӯҳ муайян мекунад 44
- А.Ҳ. Бабаева.** Муайянкунии нишондиҳандаҳои эътимоднокии вариатори импульсии намуди «ИВА» 48
- Е.И. Кромский, С.В. Кондаков, Қ.З. Тиллоев, Ҳ.И. Қодирова.** Таҷҳизоти нави ивазкунандаи экскаватори гидравликӣ 50
- М.И. Исмоилов, П.Д. Ходжаев.** Баҳодиҳии зертаркибҳои иқтидори захиравии бозори хизматрасонии нақлиёти автомобилӣ мусофирбар дар шароити муосир 54
- М.Ю. Юнусов, А.С. Фохаков, Б.Ж. Мажитов.** Баҳодиҳии таъсири афзоиши нақлиёти автомобилӣ ба муҳити экологии шаҳри Душанбе 59
- Р.С. Бобиев, Р.М. Бобоев.** Таҳлили ҳолати имрӯзаи бозори интиқоли борҳои калонҳаҷм ва вазнин дар Ҷумҳурии Тоҷикистон, асосҳои танзими ҳуқуқӣ ва муаммоҳои ҳалли онҳо 67

СОХТМОН ВА МЕЪМОРӢ

- А. Шарифов, Ф.Б. Шарипов, А.А. Акрамов.** Керамзитобетони тамғаи паст бо иловаи химиявӣ ҳавоворидкунанда 70
- А.В. Евстратенко.** Роҳи автомобилгард – ҳамчун хатсайри сайёҳӣ 74
- А.К. Рафиев, Ф. Марамов.** Пурқувваткунии болорҳо бо усули тағйирдиҳии схемаи конструктивӣ 80
- Н.Ж. Маданбеков, Б.Ж. Осмонова.** Таркиб ва сифати хокистари МБГ Бишкек ва мақсади истифодаи он дар сохтмон 86
- О.Х. Амиров, Ш.Қ. Шарипов, П.Х. Муродов, Б.Р. Боқиев, З.В. Кобулиев.** Баҳодиҳии интегралӣ сифати оби дарёи Варзоб 90
- Т.Қ. Ҷӯраев, А.Х. Зарипов.** Тавзеҳи ҳамвори фазо дар тасвирҳои асримиёнагӣ 92

СОДЕРЖАНИЕ

ЭНЕРГЕТИКА

- Р.А. Азимов, М.М. Джаборов, У.М. Ахмедов.** Динамические свойства бесконтактной асинхронизированной синхронной машины и принципы построения структуры регулирования 7
- Р.А. Джалилов.** Допустимые условия точной синхронизации ветроэлектрических и дизель-генераторов 12
- С.А. Абдулкеримов, Х.Б. Назиров, М.М. Камолов, А.С. Амирхонов, З.С. Ганиев.** Экспериментальное исследование, анализ и оценка показателей качества электроэнергии в электрической сети 0,4кВ образовательного учреждения 16

МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

- Д.С. Азимов, Г.К. Ивахнюк, М.Т. Идиев, К.М. Палавонов.** Влияние переменного частотно-модулированного сигнала на физико-химические свойства дистиллированной воды и гидрогеля акрилового полимерного на ее основе 20
- М.Ч. Ширинов, И.Н. Ганиев*, Н.С. Олимов, Н.Ф. Иброхимов.** Температурная зависимость теплоёмкости и изменение термодинамических функций сплава АК9 27
- Ф.Ш. Зокиров, И.Н. Ганиев, А.Э. Бердиев, М.М. Сангов.** Влияние бария на анодное поведение сплава АК12М2 30

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- Ф.М. Тошов, Х.З. Карамбахшев, Ш.А. Курбонов, Ш.Р. Самихов, Л.Г. Горенкова, С.Ш. Сафаров, З.К. Мухидинов.** Обогащение фосфоритной руды Риватского месторождения соляной кислотой 34
- Ш.Р. Самихов, Х.А. Махмудов.** Изучение кинетики процесса тиокарбамидного выщелачивания 38

ТРАНСПОРТ

- А.М. Умирзоков, А.А. Саилов, А.Х. Абаев, А.Л. Бердиев, Ф.И. Джобиров.** Вероятностно-статистическая оценка влияния факторов, влияющих на пробег автомобильных шин в условиях высокогорных карьеров 40
- А.М. Умирзоков, А.А. Саилов, Ф.И. Джобиров, А.Х. Абаев, А.Л. Бердиев.** Классификация факторов, влияющих на пробег шин в условиях высокогорных карьеров 44
- А.Х. Бабаева.** Определение показателей надежности импульсного вариатора типа «ИВА» 48
- Е.И. Кромский, С.В. Кондаков, К.З. Тиллов, Х.И. Кадырова.** Новое сменное оборудование гидравлического экскаватора 50
- М.И. Исмоилов, П.Д. Ходжаев.** Оценка составляющих ресурсного потенциала рынка услуг пассажирского автомобильного транспорта на современном этапе 54
- М.Ю. Юнусов, А.С. Фохаков, Б.Ж. Мажитов.** Оценка влияния динамики автомобилизации на экологическую обстановку города Душанбе 59
- Р.С. Бобиев, Р.М. Бобоев.** Анализ современного состояния рынка перевозок крупногабаритных тяжеловесных грузов в Республике Таджикистан, основы правового регулирования и проблемы их решения 67

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

- А. Шарифов, Ф.Б. Шарипов, А.А. Акрамов.** Низкомарочный керамзитобетон с воздухововлекающей химической добавкой 70
- А.В. Евстратенко.** Автомобильная дорога как туристический маршрут 74
- А.К. Рафиев, Ф. Марамов.** Усиление балок методом изменения конструктивной схемы 80
- Н.Ж. Маданбеков, Б.Ж. Осмонова.** Состав и качество золошлаков Бишкекской ТЭЦ и их использование для строительных целей 86
- О.Х. Амиров, Ш.К. Шарипов, П.Х. Муродов, Б.Р. Бокиев, З.В. Кобулиев.** Интегральная оценка качества воды реки Варзоб 90
- Т.К. Джураев, А.Х. Зарипов.** Плоскостная трактовка пространства в средневековых изображениях 92

CONTENS

ENERGY

- R.A. Azimov, M.M. Jaborov, U.M. Akhmedov.** Dynamic properties inflammatory asynchronized synchronous machine and the principles of construction regulation structures 7
- R.A. Jalilov.** Allowable conditions of exact synchronization of wind-electric and diesel-generators 12
- S.A. Abdulkerimov, H.B. Nazirov, M.M. Kamolov, A.S. Amirkhonov, Z.S. Ganiyev.** Experimental stady, analysis end assessment of power quality in electrical grids 0.4kV of educational organization 16

METALLURGY AND MATERIALS ENGINEERING

- D.S. Azimov, G.K. Ivakhnyuk, M.T. Idiev, K.M. Palavonov.** Influence of a variable frequency modulated signal on physical and chemical properties of a distilled water and hydrogel acrylic polymeric on its basis 20
- M.Ch. Shirinov, I.N. Ganiyev, N.S. Olimov, N.F. Ibrokhimov.** Temperature dependence of the thermal capacity and change thermodynamic functions of alloy AK9 27
- F.Sh. Zokirov, I.N. Ganiyev, A.E. Berdiev, M.M. Sangov.** Influence of barium on the anodic behavior of the alloy AK12M2 30

CHEMICAL TECHNOLOGY

- F.M. Toshov, H.Z. Karambakhshov, Sh.A. Kurbonov, Sh.R. Samikhov, L.G. Gorenkova, S.Sh. Safarov.** Enrichment of phosphate ore by using hydrochloric acid from deposit of Rivat 34
- Sh.R. Samikhov, Kh.A. Mahmudov.** Study of the kinetics of the process of thiocarbamide leaching 38

TRANSPORTATION

- A.M. Umirzokov, A.A. Saibov, A.H. Abayev, A.L. Berdiyev, F.I. Jobirov.** Probabilistic and statistical assessment of the impact of the factors influencing run of car tires in the conditions of mountain pits 40
- A.M. Umirzokov, A.A. Saibov, F.I. Dzhobirov, A.H. Abayev, A.L. Berdiyev.** Classification of the factors influencing a run of buses in the conditions of mountain pits 44
- A.Kh. Babaeva.** Determination of reliability indicators of a pulse variator of the "IVA" type 48
- E. I. Kromsky, E.I. Kromsky, S.V. Kondakov, K.Z. Tilloev, H.I. Kodirova.** New interchangeable equipment hydraulic excavator 50
- M.I. Ismoilov, P.D. Khodzhayev.** Assessment of the components of the resource potential of the market of the passenger automobile transport services at the present stage 54
- M.Yu. Yunusov, A.S. Fokhakov, B.Zh. Majitov.** Evaluation of the impact of automobile transport on the environmental situation of the city Dushanbe 59
- R.S. Bobiev, R.M. Boboev.** Analysis of the contemporary status of the market of carriage of largesized heavy cargoes in the Republic of Tajikistan, bases of legal regulation and the problems of their solutions 67

CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

- A. Sharifov, F.B. Sharipov, A.A. Akramov.** Low-quality expanded clay concrete with air-entraining chemical additive 70
- A.V. Evstratenko.** Highway as a tourist route 74
- A.K. Rafiev, F. Maramov.** Strengthening of beams with the method of structural diagram alteration 80
- N.Zh. Madanbekov, B.Zh. Osmonova.** Composition, quality of the ash from the thermoelectric power center of Bishkek city and their use for construction purposes 86
- O.H. Amirov, Sh.K. Sharipov, P.H. Murodov, B.R. Bokiyeu, Z.V. Kobuliyev.** Integrated assessment of water quality of the river Varzob 90
- T.K. Juraev, A.H. Zaripov.** Planar interpretation of space in medieval images 92

ДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БЕСКОНТАКТНОЙ АСИНХРОНИЗИРОВАННОЙ СИНХРОННОЙ МАШИНЫ И ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СТРУКТУРЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ

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

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье исследованы динамические свойства бесконтактной асинхронизированной машины на основе анализа логарифмического декремента колебаний свободных токов. Корни характеристического уравнения определены путем решения полинома 3 степени с комплексными коэффициентами. Исследования показали качественное сходство динамических свойств бесконтактной и контактной машин. Это делает возможность использовать известные структуры асинхронизированной машины для бесконтактного варианта.

Ключевые слова: бесконтактная, асинхронизированная машина, логарифмический декремент, колебания свободных токов, полином с комплексными коэффициентами.

Асинхронизированные синхронные машины (АСМ) на базе асинхронного двигателя с фазным ротором с непосредственным преобразователем частоты в роторной цепи используется в электроприводах с ограниченным диапазоном регулирования. Однако они имеют существенный недостаток – наличие узла скользящего токосъема, что исключает их применения во взрывоопасных, химически агрессивных, переувлажненных и загрязненных токопроводящих пылью средах. Кроме того, наличие контактных колею снижает надежность электропривода и требует дополнительного ухода в эксплуатации. С целью устранения этих недостатков разработана бесконтактная

асинхронизированная синхронная машина БАСМ [1].

Первоначально конструктивно БАСМ представляя собой каскад из двух асинхронных машин с электрическим соединением обмоток ротора с общим валом. Далее были созданы однокорпусные БАСМ, в которых оба ротора расположены в одном статоре [2].

Количество дифференциальных уравнений БАСМ из-за наличия промежуточной роторной цепи больше, чем у АСМ, в связи с чем возникают следующие задачи:

1. Оценить влияние промежуточной цепи на динамические свойства БАСМ и сравнить их с динамическими свойствами АСМ.

2. На основе анализа динамических свойств разработать структуру регулирования ЭП с БАСМ.

Анализ электромагнитных переходных процессов в первом приближении можно произвести при условии постоянства скорости $\omega = const$.

При этом можно выполнить качественные оценки динамических свойств объекта в целом. Для этого необходимо определить зависимость частот и коэффициентов затухания свободных токов от скорости вращения. Воспользуемся уравнениями Кирхгофа БАСМ в синхронной системе координат.

$$\left\{ \begin{array}{l} \bar{U}_1 = r_1 \bar{i}_1 + (p + js)(x_1 \bar{i}_1 + x_{f1} \bar{i}_f); \\ 0 = r_f \bar{i}_f + (p + js_1)(x_f \bar{i}_f + x_{af1} \bar{i}_1 + x_{af2}^* \bar{i}_2); \\ \bar{U}_2^* = r_2^* \bar{i}_2^* + (p + js)(x_2^* \bar{i}_2^* + x_{af2} \bar{i}_f); \end{array} \right. , (1)$$

где $\bar{U}_1^*, \bar{U}_2^*, \bar{i}_1, \bar{i}_f, \bar{i}_2^*$ – векторы напряжений и токов обмоток;

X_1, X_f, X_2 – полные индуктивные сопротивления обмоток;

X_{af1}, X_{af2} – взаимные индуктивные сопротивления обмоток;

r_1, r_2, r_f – активные сопротивления обмоток.

S_I – скольжение ротора относительно синхронной скорости вращения поля, создаваемого обмотками, подключенными к сети;

S – скольжение ротора относительно синхронной скорости БАСМ.

Поставив из второго уравнения (1)

значение $\bar{i}_f$ в первое и третье уравнения, получим:

$$\left\{ \begin{aligned} \bar{U}_1 &= \left(r_1 + x_1 \bar{D}_1 - \frac{\bar{D}_1 \bar{D}_2 x_{af1}^2}{r_f + \bar{D}_2 x_f} \right) \bar{i}_1 - \frac{\bar{D}_1 \bar{D}_2 x_{af1} x_{af2}}{r_f \bar{D}_2 r_f} i_2^*; \\ \bar{U}_2 &= - \frac{\bar{D}_3 \bar{D}_2 x_{af1} x_{af2}}{r_f + \bar{D}_2 x_f} \bar{i}_1 + (r_2 + x_2 \bar{D}_3 + \frac{\bar{D}_3 \bar{D}_2 x_{af2}^2}{r_f + \bar{D}_2 x_f}) i_2^* \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где

$$\left\{ \begin{aligned} \bar{D}_1 &= p + j; \\ \bar{D}_2 &= p + js_1; \\ \bar{D}_3 &= p + js \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Из (2) и (3) находим характеристическое уравнение, которое после преобразования принимает вид:

$$\left\{ \begin{aligned} &\sigma p^3 + \left[\frac{\sigma_2}{T_1} + \frac{1}{T_f} + \frac{\sigma_1}{T_2} + j\sigma(s_1 + s + 1) \right] p^2 + \\ &+ \left[\frac{1}{T_1 T_2} + \frac{1}{T_1 T_f} + \frac{1}{T_2 T_f} - \sigma(ss_1 + s_1 + s) + j \left(\frac{\sigma_1(1+s_1)}{T_1} + \frac{\sigma_2(1+s_1)}{T_1} + \frac{(1+s)}{T_f} \right) \right] p \\ &+ \left[\frac{1}{T_1 T_2 T_f} - \frac{\sigma_1 s_1}{T_2} - \frac{\sigma_2 s s_1}{T_1} + \frac{s}{T_f} + j \left(\frac{1}{T_2 T_f} + \frac{s}{T_1 T_f} - \sigma s s_1 + \frac{s_1}{T_1 T_f} \right) \right] = 0 \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где T_1, T_2, T_f – постоянные времени обмоток; $\sigma, \sigma_1, \sigma_2$ – коэффициенты рассеяния.

Как видим полином (4) представляет собой кубическое уравнение с комплексными коэффициентами, решение которого можно осуществить по формуле Кардано следующим образом [3].

Представим уравнение (4) в виде:

$$y^3 + ay^2 + by + c = 0 \quad (5)$$

где a, b, c – любые комплексные коэффициенты. Заменяя в уравнении (5), неизвестное y новым неизвестным x , связанным с y равенством:

$$y = x - \frac{a}{3} \quad (6)$$

получим уравнения вида:

$$x^3 + kx - q = 0 \quad (7)$$

где

$$k = b - \frac{2a^2}{3}; \quad q = c - \frac{ab}{3} + \frac{\alpha}{27} a^3$$

Один из корней уравнения (7) определяется из следующих выражений:

$$\left\{ \begin{aligned} x_1 &= \alpha + \beta; \\ \alpha &= \sqrt[3]{-\frac{q}{\alpha} + \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{k^3}{27}}}; \\ \beta &= -\frac{k}{3\alpha} \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Остальные корни определяются следующим образом:

$$\begin{cases} x_2 = \alpha \varepsilon_1 + \beta \varepsilon_2; \\ x_3 = \alpha \varepsilon_2 + \beta \varepsilon_1; \end{cases} \quad (9)$$

где

$$\varepsilon_1 = -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}; \quad \varepsilon_2 = -\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}$$

При вычислении кубического корня из комплексного числа возникает необходимость расчета углов φ . При этом может быть получено два значения, из которых надо выбрать правильное, используя следующие условия:

$$\begin{cases} \operatorname{arctg} \frac{-B}{A} = -\operatorname{arctg} \frac{\alpha}{\beta} \\ \operatorname{arctg} \frac{B}{-A} = \pi - \operatorname{arctg} \frac{\alpha}{\beta} \\ \operatorname{arctg} \frac{-B}{-A} = \pi + \operatorname{arctg} \frac{\alpha}{\beta} \end{cases} \quad (10)$$

где $A + jB$ – значения комплексного числа под кубическим корнем (8).

Подставив значения корней (8) в (6), получим корни исходного уравнения.

Таким образом, для каждого дискретно задаваемого значения s скольжения получены три комплексных корня, вещественная часть которых определяет коэффициент затухания α_i свободных составляющих изображающих векторов токов, а мнимые частоты ω_i , где $i = 1, 2, f$.

Для оценки колебательности системы удобно использовать значения логарифмического декремента затухания (ЛДЗ) колебаний.

$$\lambda_i = \frac{2\pi\alpha_i}{\omega_i}$$

На рис. 1 приведены полученные зависимости ЛДЗ свободных токов от скольжения. Из кривых видно, что в диапазоне $s \leq 0,6$ $\lambda = \text{const}$. По мере того, что $|s| \rightarrow 0$ λ_2 увеличивается по гиперболической зависимости. ЛДЗ свобод-

ных токов роторной цепи $\lambda_f = f(\alpha_f, \omega_f)$ имеет наибольшее значение на выше синхронной скорости при $s \rightarrow -1$, так как частота токов в роторной цепи приближается к нулю. При увеличении скольжения частота свободных токов роторной цепи растет и соответственно λ_f снижается. В диапазоне скольжений $0,7 \leq s \leq 1$ λ_f несколько возрастает за счет увеличения α_f . Колебательность системы в целом определяется наименьшим ЛДЗ.

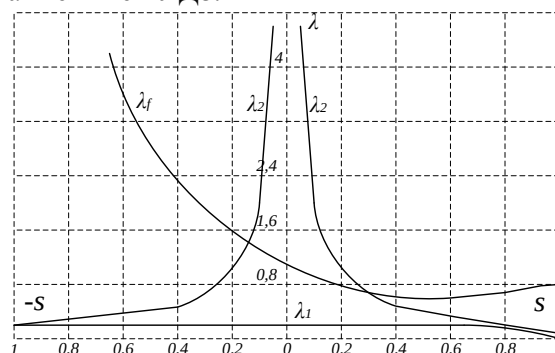


Рис. 1. Логарифмические декременты свободных составляющих токов БМДП

Для сравнения переходных процессов БАСМ и АСМ из математического описания последней в синхронных осях по вышеприведенной методике рассчитаны ЛДЗ АСМ (рис.2).

Сравнение кривых λ на рис.1 и 2 показывает качественное сходство ЛДЗ свободных составляющих токов статорных цепей АСМ и БАСМ, подключенных к сети, а также роторной цепи АСМ и вторичной статорной цепи БАСМ.

Качественное сходство ЛДЗ свободных токов дает основание провести аналогию динамических процессов БАСМ и АСМ и считать, что роль роторной цепи АСМ выполняет вторичная статорная цепь БАСМ. Для подтверждения полной аналогии динамических режимов АСМ и БАСМ необходимо произвести анализ ЛДЗ, выраженных в собственных координатах ротора и статора. Используя теорему разложения и умножив соответствующие уравнения изображающих векторов токов на операторы поворота системы координат e^{jt} , e^{js_1t} , e^{jst} , получим следующую систему уравнения для токов:

$$\left\{ \begin{aligned} \bar{i}_1 &= \dot{I}_{11} e^{jt} + \dot{I}_{12} e^{-[\alpha_1 + j(\omega_1 - 1)]t} + \dot{I}_{13} e^{-[\alpha_f + j(\omega_f - 1)]t} + \\ &+ \dot{I}_{14} e^{-[\alpha_2 + j(\omega_2 - 1)]t} \\ \bar{i}_f &= \dot{I}_{f1} e^{js_1 t} + \dot{I}_{f2} e^{-[\alpha_1 + j(\omega_1 - s_1)]t} + \dot{I}_{f3} e^{-[\alpha_f + j(\omega_f - s_1)]t} + \\ &+ \dot{I}_{f4} e^{-[\alpha_2 + j(\omega_2 - s_1)]t} \\ i_2^* &= \dot{I}_{21}^* e^{js_1 t} + \dot{I}_{22}^* e^{-[\alpha_1 + j(\omega_1 + s)]t} + \dot{I}_{23}^* e^{-[\alpha_f - j(\omega_f + s)]t} + \\ &+ \dot{I}_{24}^* e^{-[\alpha_2 - j(\omega_2 + s)]t} \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

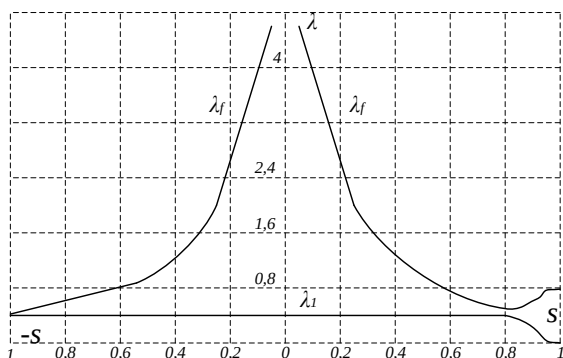


Рис. 2. Логарифмические декременты свободных составляющих токов МДП

Первые члены уравнения системы (11) представляют собой установившейся значения токов. Остальные члены — это свободные периодические составляющие токов, протекающих в обмотках БАСМ. При этом второй член первого, третий член второго и четвертый член третьего уравнений имеют низкую частоту, так как $\omega_1 = 1$, $\omega_f = s_1$, $\omega_2 = s$ и поэтому мало влияют на колебательность токов и ими можно пренебречь. Анализ выражений свободных составляющих токов, влияние которых может быть значительным, показывает, что на колебательность первичной, промежуточной и вторичной цепей не влияют собственные параметры соответствующей цепи. Например, колебательность свободных токов первичной цепи зависит от параметров промежуточной и вторичной цепей. На рис. 3 приведены кривые ЛДЗ свободных токов λ_{13} , $\lambda_{14} = f(s)$ первичной цепи, из которых следует, что по мере увеличения скольжения λ_{13} возрастает. Это означает, что колебания, обусловленные параметрами промежуточной

роторной цепи, затухают тем быстрее, чем больше скольжение S .

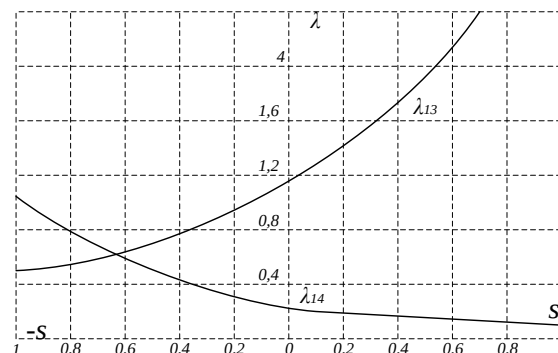


Рис. 3. Зависимости логарифмических декрементов свободных составляющих тока первичной цепи от скольжения

Колебательность тока первичной цепи определяется свободным током с λ_{14} , снижающаяся при работе на выше синхронной скорости при $s \rightarrow -1$. При $s = 0,6$ (точка пересечения двух кривых) влияние параметров как вторичной, так и промежуточной цепей на колебательность токов одинаково. При $s \leq 0,6$ на колебательность тока оказывают большие влияние параметры промежуточной цепи.

На рис. 4 иллюстрируются зависимости ЛДЗ свободных токов промежуточной роторной цепи. На ниже синхронных скоростях колебательность тока ротора обусловлена параметрами первичной цепи. Зависимости ЛДЗ вторичной цепи даны на рис. 5. Они показывают, что колебательность тока вторичной цепи определяется изменением λ_{22} и при рабочих скольжениях $s = \pm 0,5$ она не зависит от параметров роторной цепи.

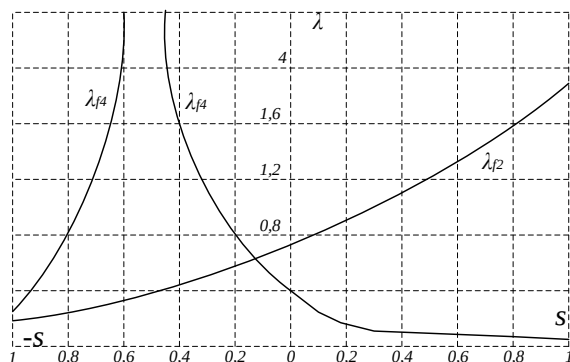


Рис. 4. Зависимости логарифмических декрементов свободных составляющих тока промежуточной цепи от скольжения

Таким образом, в рабочей зоне скольжений колебательность токов статорных и роторных цепей БАСМ не зависит от параметров промежуточной цепи, что позволяет при синтезе пренебречь активным сопротивлением ротора. Тогда уравнения БАСМ приобретают вид:

$$\begin{cases} \bar{U}_1 = r_1 \bar{i}_1 + (p + j)(x_1 \sigma_1 \bar{i}_1 - \frac{x_{af1} x_{af2}^*}{x_f} \bar{i}_2); \\ U_2^* = r_2^* \bar{i}_2^* + (p + js)(x_2 \sigma_2 \bar{i}_2^* - \frac{x_{af1} x_{af2}}{x_f} \bar{i}_1); \end{cases} \quad (12)$$

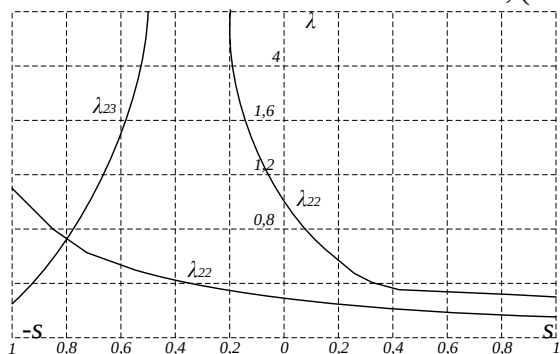


Рис.5. Зависимости логарифмических декрементов свободных составляющих тока вторичной цепи от скольжения

Из системы (12) видно, что по структуре они аналогичны дифференциальным уравнением АСМ, но отличаются величинами результирующей ЭДС самоиндукции и взаимной индукции и ЭДС скольжения. Это дает возможность при синтезе систем регулирования воспользоваться известными методами для структур регулирования АСМ.

Заключение

В результате проведенного исследования доказано, что колебательность токов первичной и вторичной цепей определяется

параметрами соответственно вторичной и первичной цепей. Колебательность тока промежуточной роторной цепи на выше синхронных скоростях обусловлена параметрами первичной цепи, а на ниже синхронных скоростях – вторичной цепи.

В рабочем диапазоне скольжений $s = \pm 0,5$ при одинаковом числе пар полюсов машин колебательность токов не зависит от параметров роторной цепи, что дает возможность при синтезе пренебречь активным сопротивлением роторной цепи в уравнениях БАСМ. В этом случае синтез регуляторов можно производить также как для АСМ.

Литература

1. Шакарян Ю.Г. Асинхронизированные синхронные машины. М.: Энергоатом. Изд. 1984. – 192 с.
2. Курош А.Г. Курс высшей алгебры. М.: Наука. 1971. 482с.
3. Патент 338384 (Австрия) Induktions mashinen kaskade. Kzatki H.

ХУСУСИЯТҲОИ ДИНАМИКИИ МОШИНИ СИНХРОНИИ АСИНХРОНИШУДАИ БЕКОНТАКТА ВА РОҲҲОИ СОҲТАНИ СОҲТОРИ ТАНЗИМ

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

Дар мақола оид ба хусусиятҳои динамикии мошини беконтактаи асинхронизуда дар асоси тадқиқи декременти логарифмии лапишҳои ҷараёнҳои озод тадқиқот гузаронида шудааст. Решаҳои баробарии тавсифоти бо роҳи ҳалли полиноми дараҷаи 3 бо коэффитсиентҳои умумӣ муайян карда шудааст. Тадқиқот сифатан монандии хусусиятҳои динамикии мошинаҳои беконтакта ва контактиро нишон медиҳад. Ин имконият медиҳад, ки соҳти мошинаи асинхронӣ барои варианти беконтакта истифода карда мешавад.

Калимаҳои калидӣ: беконтакта, мошинаи асинхронӣ, декременти логарифмӣ, лапиши ҷараёнҳои озод, полином бо коэффитсиентҳои умумӣ.

DYNAMIC PROPERTIES INFLAMMATORY ASYNCHRONIZED SYNCHRONOUS MACHINE AND THE PRINCIPLES OF CONSTRUCTION REGULATION STRUCTURES

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

The article explored dynamic properties noncontact asynchronous machine based on

analysis logarithmic decrement oscillations of free currents. Roots of the characteristic equation are determined by polynomial solution 3 degrees with complex coefficients. The study showed qualitative similarity dynamic properties contactless and contact machines. This makes it possible use known structures asynchronized machine for the non-contact option.

Key words: contactless, asynchronized machine, logarithmic decrement, free-current oscillations, polynomial with complex coefficients.

Сведения об авторах:

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

Джабаров Мехрубон Махмадулович – к.т.н., ст. преподаватель, зав. кафедрой «Автоматизированный электропривод и электрические машины», ТТУ им. акад. М.С. Осими. e-mail: mehruhon_v10@mail.ru.

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

ДОПУСТИМЫЕ УСЛОВИЯ ТОЧНОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРОВ

Р.А. Джалилов

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Рассмотрены особенности точной синхронизации ветроэлектрических и дизель-генераторов. Показано, что точная синхронизация ветроэлектрических и дизель-генераторов при соизмеримости их установленных мощностей существенно упрощается и не сопряжена с теми трудностями, которые возникают при точной синхронизации ветроэлектрического генератора с сетью, с ростом установленной мощности дизель-генераторов области успешной синхронизации генераторов заметно сокращаются.

Ключевые слова: ветроэлектрический генератор, дизель-генератор, точная синхронизация, скорость ветра, электромагнитный момент, начальное скольжение, угол включения.

Синхронизация ветроэлектрических и дизель-генераторов имеет особенности, связанные с колебаниями частоты и угла напряжения вследствие изменения скорости ветра [1]. Поэтому возникает необходимость определения границ областей успешной синхронизации ветроэлектрических и дизель-генераторов в различных ветровых условиях.

В [2] были рассмотрены свойства точной синхронизации ветроэлектрических генераторов с мощной сетью и рассчитаны области успешной точной синхронизации при сложных ветровых условиях. Было показано, что ветровой режим определяет вероятность возникновения благоприятных условий для точной синхронизации ветроэлектрических синхронных генераторов и в большой степени будет снижаться при порывистых ветрах. Рассмотрим теперь

особенности точной синхронизации ветроэлектрических и дизель генераторов.

Расчетная схема содержит ветроэлектрический генератор, подключаемый методом точной синхронизации к дизель-генератору, работающему на нагрузку. Установленные мощности ветроэлектрических и дизель-генераторов варьировались так, что соотношение между ними составляло 1:1 либо 1:2. Нагрузка представлялась шунтом постоянной проводимости. Мощность нагрузки равнялась мощности дизель-генераторов.

Номинальные параметры ветроэлектрического генератора:

$$x_{d1} = x_{q1} = 1,0, \quad x_{s1} = 0,2,$$

$$x_{sr1} = 0,2, \quad x'_{d1} = 0,36,$$

$$T_{d01} = 1с, \quad T_{i1} = 20с.$$

Номинальные параметры ветроэлектрического генератора:

$$x_{d2} = x_{q2} = 1,0, \quad x_{s2} = 0,2,$$

$$x_{sr1\backslash 2} = 0,2, \quad x'_{d2} = 0,36,$$

$$T_{d02} = 1с, \quad T_{i2} = 4с.$$

Исходная мощность дизель-генераторов и проводимость нагрузки:

$$P_{20} + jQ_{20} = 0,8 + j0,4,$$

$$g_n - jb_n = 0,8 - j0,3 \text{ при } P_g : P_b = 1 : 1;$$

$$P_{20} + jQ_{20} = 1,6 + j0,8,$$

$$g_n - jb_n = 1,6 - j0,6 \text{ при } P_g : P_b = 2 : 1.$$

По методическим соображениям найдем вначале граничные условия значений угла, скольжения и момента ветроколеса, обеспечивающие втягивание машин в синхронизм в первом цикле изменения угла.

Для упрощения примем, что обе машины неявнополюсные, а их роторы представлены в электромагнитном отношении упрощенно, - одним в каждой оси контуром. Очевидно, что таковым в продольной оси является обмотка возбуждения, а в поперечной – эквивалентный демпферный контур. Положим также, что сопротивления рассеяния контуров ротора в продольной и поперечной осях одинаковы, т.е. машины симметричны как в установившемся, так и в переходном режимах.

С учетом сказанного, ток статора ветроэлектрического генератора можно представить в виде:

$$\dot{I}_1 = \dot{I}_{11} - \dot{I}_{12}, \quad (1)$$

где, $\dot{I}_{11}$ и $\dot{I}_{12}$ - соответственно токи от собственной э.д.с. первого и второго генератора соответственно.

Токи $\dot{I}_{11}$ и $\dot{I}_{12}$ определяются соотношениями:

$$\dot{I}_{11} = \frac{\dot{E}'_1}{\dot{Z}_{11}} = -j \frac{\dot{E}'_1}{\dot{Z}_{11}} e^{j\alpha_{11}}, \quad (2)$$

$$\dot{I}_{12} = \frac{\dot{E}'_2}{\dot{Z}_{12}} = -j \frac{\dot{E}'_2}{\dot{Z}_{12}} e^{j\alpha_{12}}, \quad (3)$$

где $\dot{E}'_1, \dot{E}'_2$ - результирующие переходные э.д.с. генераторов;

$\dot{Z}_{11}, \dot{Z}_{12}$ - собственные и взаимные сопротивления первого генератора, определяемые с учетом представления обеих машин переходными сопротивлениями; α_{11}, α_{12} - дополнительные углы потерь.

Выражая в (1...3) токи и э.д.с. через их проекции на оси d, q соответствующих генераторов:

$$\dot{I}_1 = \dot{I}_{1q} + j\dot{I}_{1d},$$

$$\dot{E}'_1 = \dot{E}'_{1q} - j\dot{E}'_{1d},$$

$$\dot{E}'_2 = \dot{E}'_{2q} - j\dot{E}'_{2d},$$

приходим к следующим уравнениям:

$$\begin{aligned} \dot{I}_{1q} = & \frac{\dot{E}'_{1q}}{\dot{Z}_{11}} \cdot \sin\alpha_{11} - \frac{\dot{E}'_{1d}}{\dot{Z}_{11}} \cdot \cos\alpha_{11} + \\ & + \frac{\dot{E}'_{2q}}{\dot{Z}_{12}} \cdot \sin(\delta_{12} - \alpha_{12}) + \frac{\dot{E}'_{2d}}{\dot{Z}_{12}} \cdot \cos(\delta_{12} - \alpha_{12}), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{I}_{1d} = & -\frac{\dot{E}'_{1q}}{\dot{Z}_{11}} \cdot \cos\alpha_{11} - \frac{\dot{E}'_{1d}}{\dot{Z}_{11}} \cdot \sin\alpha_{11} + \\ & + \frac{\dot{E}'_{2q}}{\dot{Z}_{12}} \cdot \cos(\delta_{12} - \alpha_{12}) - \frac{\dot{E}'_{2d}}{\dot{Z}_{12}} \times \\ & \times \sin(\delta_{12} - \alpha_{12}), \end{aligned}$$

где $\dot{E}'_{1q}, \dot{E}'_{1d}(\Psi_{rd_1}), \dot{E}'_{2q}, \dot{E}'_{2d}(\Psi_{rq_2})$ – переходные э.д.с. генераторов в относительных единицах, численно равные потокосцепления контуров ротора, δ_{12} – взаимный угол генераторов.

Учитывая, что

$$\begin{aligned} M_{e_1} = P_{e_1} = \operatorname{Re}(\widehat{\dot{E}'_1} \cdot \dot{I}_1) = \\ = \dot{E}'_{1q} \cdot \dot{I}_{1q} - \dot{E}'_{1d} \cdot \dot{I}_{1d}, \quad (4) \end{aligned}$$

находим

$$\begin{aligned} M_{e_1} = & \frac{E'^2_{1q} + E'^2_{1d}}{\dot{Z}_{11}} \cdot \sin\alpha_{11} + \\ & + \frac{E'_{1q} \cdot E'_{2q} + E'_{1d} \cdot E'_{2d}}{\dot{Z}_{12}} \times \\ & \times \sin(\delta_{12} - \alpha_{12}) + \frac{E'_{1q} \cdot E'_{2d} - E'_{1d} \cdot E'_{2q}}{\dot{Z}_{12}} \times \\ & \times \cos(\delta_{12} - \alpha_{12}). \quad (5) \end{aligned}$$

Аналогично получаем для второго генератора

$$\begin{aligned} M_{e_2} = & \frac{E'^2_{2q} + E'^2_{2d}}{\dot{Z}_{22}} \cdot \sin\alpha_{22} + \\ & + \frac{E'_{1q} \cdot E'_{2q} + E'_{1d} \cdot E'_{2d}}{\dot{Z}_{12}} \times \\ & \times \sin(\delta_{21} - \alpha_{12}) + \frac{E'_{2q} \cdot E'_{1d} - E'_{2d} \cdot E'_{1q}}{\dot{Z}_{12}} \times \\ & \times \cos(\delta_{21} - \alpha_{12}). \quad (6) \end{aligned}$$

Разделим уравнения движения роторов обеих машин на инерционные постоянные и вычтем их друг из друга. В результате получим:

$$p(s_1 - s_2) = \left(\frac{M_{e1}}{T_{J1}} - \frac{M_{e2}}{T_{J2}} \right) - \left(\frac{M_d}{T_{J2}} - \frac{M_{e2}}{T_{J2}} \right) \quad (7)$$

С учетом того, что

$$M_{e1} + M_{e2} = P_{e1} + P_{e2} = U_{gH}^2,$$

а также

$$P_g = U_{gH}^2,$$

уравнение (7) преобразуется к виду:

$$p(s_1 - s_2) = \frac{M_b}{T_{J1}} - M_{e1} \left(\frac{1}{T_{J1}} + \frac{1}{T_{J2}} \right) \quad (8)$$

Будем далее предполагать, что в переходном процессе потокосцепления роторных контуров (переходные э.д.с.) обеих машин остаются неизменными. Очевидно, что потокосцепление поперечного демпферного контура первого генератора, включаемого на параллельную работу, равняется в этом случае нулю, так как оно равно нулю в предшествующем включению режиме. Сообразно с этим, уравнение (5) примет вид:

$$M_{e1} = \frac{E'_{1q} \cdot \sin \alpha_{11}}{Z_{11}} + \frac{E'_{1q} \cdot E'_{2q}}{Z_{12}} \cdot \sin(\delta_{12} - \alpha_{12}) + \frac{E'_{1q} \cdot E'_{2q}}{Z_{12}} \cdot \cos(\delta_{12} - \alpha_{12}) \quad (9)$$

Подставив в (8) выражение (9) для момента M_{e1} и воспользовавшись правилом площадей, можно при вышеназванных допущениях прийти к следующему аналитическому выражению для определения граничных условий точной синхронизации в первом цикле изменения угла:

$$\omega_0 \frac{S_{120}^2}{2} = \left[\frac{M_{B0}}{T_{J1}} - \left(\frac{1}{T_{J1}} + \frac{1}{T_{J2}} \right) \cdot \frac{E'_{1q}}{Z_{11}} \cdot \sin \alpha_{11} \right] \times (\delta_{12\text{пред}} - \delta_{120}) - \left(\frac{1}{T_{J1}} + \frac{1}{T_{J2}} \right) \cdot \left[-\frac{E'_{1q} \cdot E'_{2q}}{Z_{12}} \cdot \cos(\delta_{12} - \alpha_{12}) + \frac{E'_{1q} \cdot E'_{2q}}{Z_{12}} \cdot \sin(\delta_{12} - \alpha_{12}) \right] \int_{\delta_{12}}^{\delta_{12\text{пред}}} \quad (10)$$

Предельный угол $\delta_{12\text{пред}}$ находится из условия

$$\frac{E'_{1q} \cdot E'_{2q}}{Z_{12}} \cdot \sin(\delta_{12\text{пред}} - \alpha_{12}) +$$

$$+ \frac{E'_{1q} \cdot E'_{2d}}{Z_{12}} \cdot \cos(\delta_{12\text{пред}} - \alpha_{12}) = 0,$$

решение, которого дает:

$$\delta_{12\text{пред}} = \alpha_{12} + \arctg \left(-\frac{E'_{2d}}{E'_{2q}} \right) \quad (11)$$

Уравнение (10) в этом случае преобразуется к виду:

$$-\omega_0 \frac{S_{120}^2}{2} = \left[\frac{M_{B0}}{T_{J1}} - \left(\frac{1}{T_{J1}} + \frac{1}{T_{J2}} \right) \cdot \frac{E'_{1q}}{Z_{11}} \cdot \sin \alpha_{11} \right] \cdot (\delta_{12\text{пред}} - \delta_{120}) - \left(\frac{1}{T_{J1}} + \frac{1}{T_{J2}} \right) \cdot \left[-\frac{E'_{1q} \cdot E'_{2q}}{Z_{12}} \cdot \left(\cos(\delta_{12\text{пред}} - \alpha_{12}) - \cos(\delta_{120} - \alpha_{12}) \right) + \frac{E'_{1q} \cdot E'_{2d}}{Z_{12}} \left(\sin(\delta_{12\text{пред}} - \alpha_{12}) - \sin(\delta_{120} - \alpha_{12}) \right) \right] \quad (12)$$

Произведем количественную оценку границ областей успешной синхронизации. Номинальные переходные сопротивления обоих генераторов примем равными $x'_1 = x'_2 = 0,36$. Рассчитанные по ним величины собственных и взаимных сопротивлений составили: $Z_{11} = 0,866$, $Z_{12} = 1,093$, $\alpha_{11} = 8,4^\circ$, $\alpha_{12} = -13^\circ$ при соотношении $P_\delta : P_e = 2:1$. Переходные э.д.с. генераторов: $E_{1q} = 1$, $E_{1d} = 0$, $E_{2q} = 1,163$, $E_{2d} = 0,3345$. Предельные углы, рассчитанные по формуле (11): $\delta_{12\text{пред}} = 154^\circ$ при $P_\delta : P_e = 1:1$; $\delta_{12\text{пред}} = 151^\circ$ при $P_\delta : P_e = 2:1$.

Задаваясь различными углами включения δ_{120} по формуле (12), были рассчитаны величины предельных скольжений, допускаемые по условию вхождения машин в синхронизм в первом цикле изменения взаимного угла. Результаты расчетов при различных M_{B0} и разных соотношениях установленных мощностей генераторов 1 и 2 представлены на рис. 1, 2.

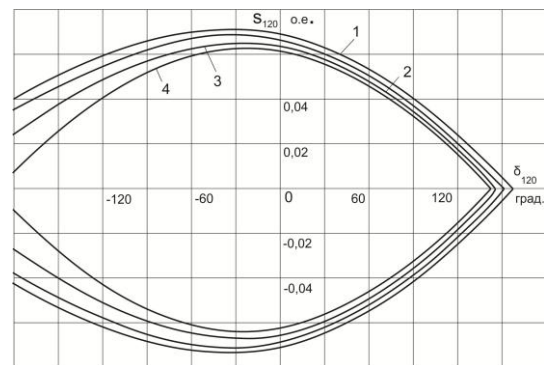


Рис. 1. Области устойчивых переходов при точной синхронизации ветроэлектрического и дизель-генератора. $P_\delta : P_e = 2:1$.

1 — $M_{B0} = 0$; 2 — $M_{B0} = 0,4$; 3 — $M_{B0} = 0,8$; 4 — $M_{B0} = 1,2$;

На рис.2 для сравнения показаны рассчитанные при тех же допущениях области успешной синхронизации в случае представления узла коммутации генераторов шинами бесконечной мощности (установленная мощность дизель-генераторов существенно превосходит мощность подключаемого ветроэлектрического генератора).

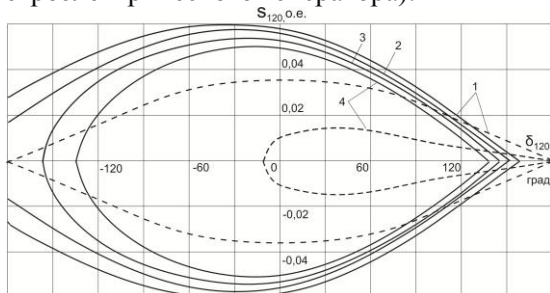


Рис.2. Области устойчивых переходов при точной синхронизации ветроэлектрического и дизель-генератора. $P_0:P_6 = 2:1$, $P_0 > P_6$.

1 – $M_{60}=0$; 2 – $M_{60}=0,4$; 3 – $M_{60}=0,8$; 4 – $M_{60}=1,2$.

Рассмотрение результатов показывает, что области успешной синхронизации генераторов с ростом установленной мощности дизель-генераторов заметно сокращаются. Наихудшие условия возникают при синхронизации генераторов с мощной сетью. Значительному расширению областей успешной синхронизации при соотношении мощностей $P_0:P_6 = 1:1$ способствует тот факт, что эквивалентная инерционная постоянная $\frac{1}{T_{J1}} = \frac{1}{T_{J1}} + \frac{1}{T_{J2}}$ (см. формулу 8)

при их синхронизации заметно падает. Естественно, при этом удастся сформировать большую площадку ускорения (торможения), необходимую для гашения в первом цикле изменения угла кинетической энергии относительного движения генераторов, связанной с начальным скольжением S_{120} .

Установим теперь ограничения, налагаемые на область параметров включения с точки зрения обеспечения допустимых значений режимных параметров в переходном процессе. В качестве критериального условия примем $M_{el} \leq M_{eln}$. Пользуясь формулой (9), найдем угол, при котором $M_{el} = M_{eln}$. В зависимости от соотношения установленных мощностей ветроэлектрических и дизель-генераторов максимальный угол вылета составил: $+9^\circ$ при $P_0:P_6 = 1:1$; и $-2^\circ, -67^\circ$ при $P_0:P_6 = 2:1$. По аналогии с (12) можно записать:

$$\omega_0 \frac{S_{120}^2}{2} = \left[\frac{M_{60}}{T_{L1}} - \left(\frac{1}{T_{J1}} + \frac{1}{T_{J2}} \right) \cdot \frac{E_{1q}^2}{Z_{11}} \cdot \sin \alpha_{11} \right] \cdot (\delta_{12max} - \delta_{120}) -$$

$$- \left(\frac{1}{T_{J1}} + \frac{1}{T_{J2}} \right) \cdot \left[- \frac{E_{1q}^2 \cdot E_{2q}^2}{Z_{12}} \cdot \left(\cos(\delta_{12max} - \alpha_{12}) - \cos(\delta_{120} - \alpha_{12}) + \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{E_{1q}^2 \cdot E_{2q}^2}{Z_{12}} (\sin(\delta_{12max} - \alpha_{12}) - \sin(\delta_{120} - \alpha_{12})) \right) \right] \quad (13)$$

Подставляя в (12) значения δ_{12max} , легко отыскиваются граничные условия значения параметров включения, удовлетворяющие сформулированному выше условию. Рассчитанные таким образом области допустимых параметров включения показаны на рис. 3.

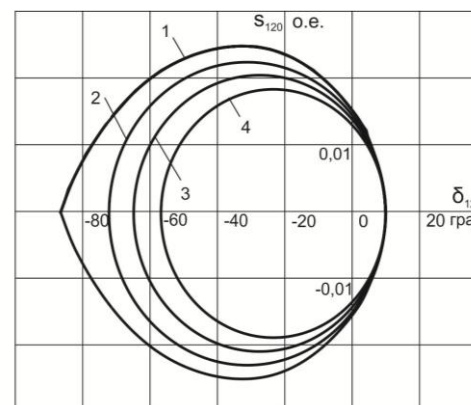
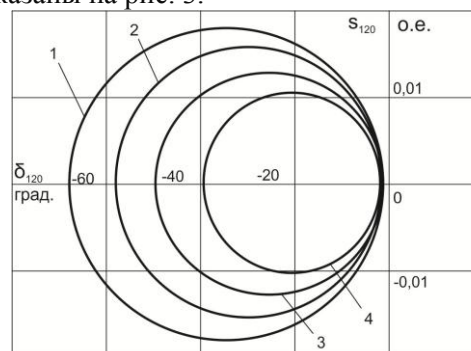


Рис.3. Области допустимых условий включения по качеству переходного процесса при точной синхронизации ветроэлектрического и дизель-генератора.

а) $P_0:P_6 = 2:1$; б) $P_0:P_6 = 1:1$. 1 – $M_{60}=0$; 2 – $M_{60}=0,4$; 3 – $M_{60}=0,8$; 4 – $M_{60}=1,2$.

Из анализа результатов следует, что область допустимых с точки зрения качества переходного процесса параметров включения $S_{120}, \delta_{120}, M_{60}$ при $P_0:P_6 = 1:1$ (рис.3а) значительно шире, чем при $P_0:P_6 = 2:1$ (рис.3б) и еще более чем при точной синхронизации генератора с сетью [2]. Область охватывает достаточно широкий диапазон S_{120}, δ_{120} даже в самых неблагоприятных ветровых условиях, сопровождае-

мых значительными порывами ветра ($M_{\text{во}} = 0,8 \dots 1,2$).

Таким образом, точная синхронизация ветроэлектрических и дизель-генераторов при соизмеримости их установленных мощностей существенно упрощается и не сопряжена с теми трудностями, которые возникают при точной синхронизации ветроэлектрического генератора с сетью.

Литература:

1. Джалилов Р.А. Самосинхронизация ветроэлектрических генераторов с сетью. // Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования. 2018. №2 (42), с.7-10.
2. Джалилов Р.А. Условия точной синхронизации ветроэлектрических генераторов при экстремальных ветровых условиях// Вестник Таджикского технического университета. 2009. 4 (8), с. 40-47.

ШАРТҲОИ ИМКОНПАЗИРИ СИНХРОНИЗАТСИЯИ ДАҚИКИ ГЕНЕРАТОРҲОИ ЭЛЕКТРИКИИ БОДӢ ВА ГЕНЕРАТОРҲОИ ДИЗЕЛӢ

Р.А. Чалилов

Дар мақола хусусиятҳои синхронизатсияи дақиқи генераторҳои электрикии бодӣ ва генераторҳои дизелӣ тадқиқ карда шудааст. Нишон дода шудааст, ки синхронизатсияи дақиқи генераторҳои электрикии бодӣ ва генераторҳои дизелӣ ҳангоми ҳамандоза будани тавоноии муқарраршудаашон осон гардида, аз мушкилоти ҳангоми синхронизатсияи дақиқи генераторҳои электрикии бодӣ бо системаҳои барқӣ ҷойдошта озод аст. Бо зиёд гардидани тавоноии муқарраршудаи генераторҳои

дизелӣ минтақаи синхронизатсияи бомуваффақияти генераторҳо хеле хурд мегардад.

Калимаҳои калидӣ: генераторҳои электрикии бодӣ, генераторҳои дизелӣ, суръати бод, синхронизатсияи дақиқ, моменти электромагнитӣ, лағжиши аввала, кунчи пайвастанавӣ.

ALLOWABLE CONDITIONS OF EXACT SYNCHRONIZATION OF WIND- ELECTRIC AND DIESEL-GENERATORS

R.A. Jalilov

The article describes the features of exact synchronization of wind-electric and diesel-generators. It is shown that the exact synchronization of wind-electric and diesel generators at commensurability of their installed powers is noticeably simplified and is not associated with the difficulties that appear when the wind-electric generator is synchronized with the grid. The increase in the installed power of diesel generators significantly reduces the field of successful synchronization of generators.

Key words: winds electric generator, diesel generator, exact synchronization, wind speed, electromagnetic moment, initial sliding, angle of inclusion.

Сведения об авторе:

Джалилов Рустам Абдухамидович – к.т.н., и.о. доцента кафедры «Теоретические основы радио и электротехники» ТТУ имени академика М.С. Осими, автор более 45 научных работ, область научных интересов – нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Тел. (992 37) 918-61-43-79, e-mail: drustam@mail.ru.

УДК 621.311.019(076.5)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ, АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ 0,4кВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

С.А. Абдулкеримов¹, Х.Б. Назиров², М.М. Камолов³, А.С. Амирхонов⁴, З.С. Ганиев⁵

Филиал национального исследовательского университета “МЭИ” в г. Душанбе^{1,2}

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими^{3,4,5}

В статье рассматривается анализ результатов измерений показателей качества электроэнергии (ПКЭ) в четырёхпроводной трёхфазной системе 0,4 кВ. Рассматривается отклонение частоты, медленное изменение напряжения, несимметрия напряжения по фазам и вспомогательные показатели электроэнергии (ток и мощность). Осуществляется сравнение результатов измерений согласно ГОСТ 32144-2013 и

определяются причины ухудшения отдельных показателей. Получены полиномы уравнения регулирующего эффекта влияния напряжения на потери мощности и потребление электроэнергии в рассматриваемом узле.

Ключевые слова: измерение, показатели качества электроэнергии, распределительные сети 0,4 кВ, трёхфазная система, медленное изменение напряжения, несимметрия напряжений и токов.

В работе рассматривается оценка ПКЭ электроснабжения здания филиала НИУ «МЭИ» в г. Душанбе. Было произведено экспериментальное исследование с помощью прибора для измерения показателей качества электроэнергии FLUKE 1735.

1. Отклонение частоты. Согласно требованиям ГОСТ 32144-2013 отклонение частоты в синхронизированных системах электроснабжения не должно превышать ± 0.2 Гц в течение 95% времени интервала в одну неделю и ± 0.4 Гц в течение 100% времени.

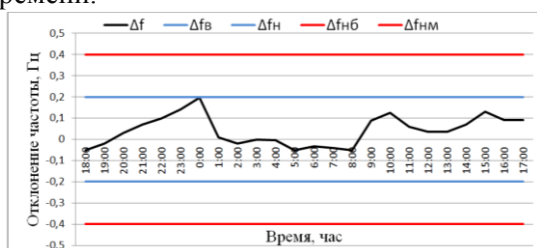


Рис. 1. Результаты измерения отклонений частоты объекта исследования

Как видно из результатов измерения отклонения частоты (см. рис. 1) диапазон изменения находится в нормально допустимом значении ± 0.2 Гц, что не нарушает требование ГОСТ 32144-2013 и не влияет отрицательным образом на режим работы электроприёмников [4].

2. Медленное изменение напряжения. Согласно требованиям [4] для показателей КЭ установлены следующие нормы: положительные и отрицательные отклонения напряжения в точке передачи электрической энергии не должны превышать $\pm 10\%$ номинального или согласованного значения напряжения в течение 100% времени интервала в одну неделю.

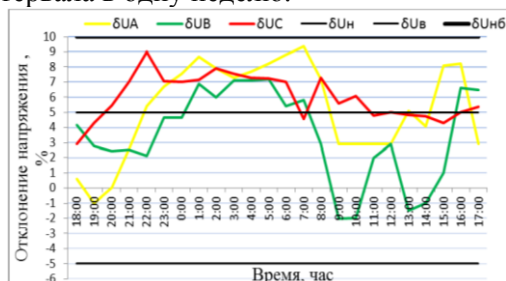
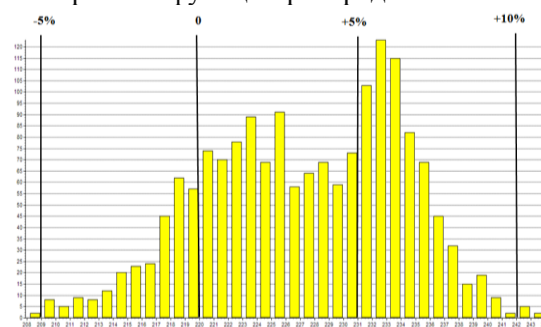


Рис. 2. Результаты измерений медленного изменения фазных напряжений объекта исследования

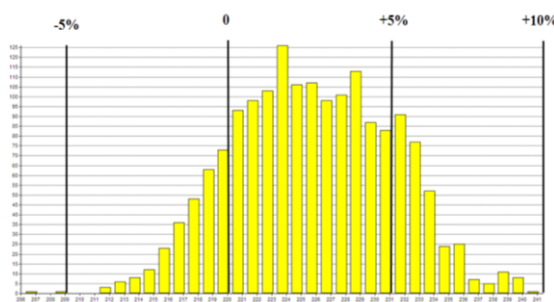
По результатам измерения (рис. 2) видно, что напряжение соответствует требованиям [4]. Видно что, напряжения изменяется от +9.5% до -2% от номинального значения.

Для того чтобы определить соответствие значений ПКЭ требованиям ГОСТ 32144-

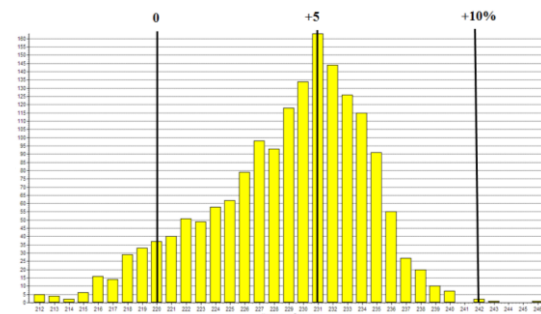
2013 необходимо проводить их измерения и статистическую обработку. Для всех нормируемых ПКЭ минимальный расчетный период составляет 24 часа. Рекомендуемая общая продолжительность непрерывных измерений составляет 7 суток, включая выходные дни. Оценку ненормируемых ПКЭ (провалы, перенапряжения, импульсы) проводят по результатам длительных наблюдений и их регистрации с помощью специализированных средств измерения (СИ). Сущность статистической обработки результатов измерения нормируемых ПКЭ состоит в построении функций распределения ПКЭ.



а) фаза А: $\mu=226.798$, $\sigma=6.77$,
 $U_{min} = 207.57B$, $U_{max} = 243.4B$.



б) фаза В: $\mu=225.233$, $\sigma=5.38$,
 $U_{min} = 206.71B$, $U_{max} = 240.22B$.



в) фаза С: $\mu=228.38$, $\sigma=5.33$,
 $U_{min} = 210.96B$, $U_{max} = 245.3B$.

Рис. 3. Преобразование измеренных результатов отклонений напряжения в нормальный закон распределения

Как видно из гистограммы (рис. 3а) напряжение в фазе А выходит за рамки +10% значения медленного изменения напряжения и не соответствует требованиям ГОСТ 32144-2013. Гистограмма распределения напряже-

ния фаз (а, b и c) свидетельствует о наличии несимметрии напряжения по фазам, связанной с неравномерным распределением нагрузок однофазных электроприёмников.

Закон распределения непрерывных случайных величин может быть определен заданием функции распределения, а плотностью распределения вероятностей или просто плотностью $f(x)$, которая представляет собой первую производную от функции распределения по значению случайной величины x .

В сжатой по сравнению с законом распределения, но более удобной для восприятия человеком форме случайную величину характеризуют следующими числовыми характеристиками:

1. Математическое ожидание (или среднее значение), определяемое выражением.

$$MX = \int_{-\infty}^{+\infty} xf(x)dx \quad (1)$$

2. Одного математического ожидания недостаточно для полной характеристики случайной величины. Необходимо знать, насколько отклоняется случайная величина от своего математического ожидания. В качестве меры отклонений случайной величины от ее математического ожидания принимают величину, равную математическому ожиданию квадрата отклонения случайной величины от ее математического ожидания, которую называют дисперсией случайной величины X :

$$DX = M[(x - MX)^2] = \int_{-\infty}^{+\infty} (x - MX)^2 f(x)dx \quad (2)$$

3. Дисперсия имеет размерность квадрата случайной величины, что не всегда удобно. Поэтому в качестве меры рассеивания случайной величины от математического ожидания используют характеристику, размерность которой совпадает с размерностью случайной величины среднеквадратического отклонения случайной величины, вычисляемого как квадратный корень из величины дисперсии:

$$\sigma X = \sqrt{DX} \quad (3)$$

4. Для неотрицательной случайной величины (к которым относится и электрическая нагрузка) в качестве характеристики ее разброса от математического ожидания применяют коэффициент вариации, равный отношению среднеквадратического отклонения к математическому ожиданию:

$$k_v = \frac{\sigma X}{MX} \quad (4)$$

Статистическое математическое ожидание и дисперсию (например, для рис. 4а) определяем по формулам, аналогичным (1) и (2) для дискретных случайных величин, а статистическое среднеквадратическое отклонение по формуле (3). Поскольку измеренные значения нагрузки равновероятны (т.е. равны $1/m\Sigma$), то:

$$MP_{\max} = \frac{\sum_{i=1}^{m_{\Sigma}} P_{\max i}}{m_{\Sigma}} = 226,769B$$

$$DP_{\max} = \frac{\sum_{i=1}^{m_{\Sigma}} (P_{\max i} - MP_{\max})^2}{m_{\Sigma}} = 45,83B$$

$$\sigma P_{\max} = \sqrt{DP_{\max}} = 6,77B$$

Для определения вида закона распределения необходимо построить гистограмму. Для построения гистограммы разделим измеренные значения мощности на участки (интервалы). Рациональное количество участков может быть оценено с помощью соотношения $k \approx 36$. Длины участков могут быть одинаковыми, что упрощает обработку, или различными, что рекомендуется при малом числе значений на некоторых участках. Длина каждого участка при их равенстве друг другу равна:

$$\Delta = \frac{\max\{P_{\max i}\} - \min\{P_{\max i}\}}{k} = 1B$$

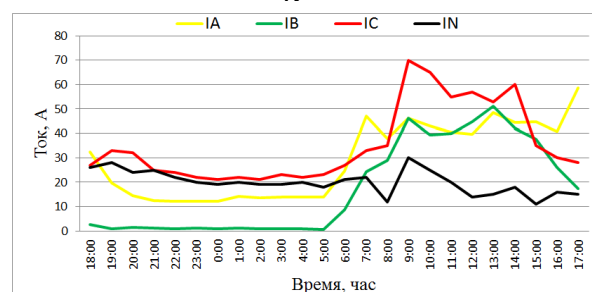


Рис. 4. Результаты измерений тока объекта исследования

Как видно из графика (рис. 4), нагрузка в здании филиала НИУ «МЭИ» распределена не равномерно. Результаты эксперимента показали, что ток I_N выше от I_A и I_B за период измерения с 18:00 по 7:00. Ток в фазе В за период с 18:00 по 5:00 почти равен нулю.

Для оценки режимов электропотребления в зависимости от регулирования

напряжения рассмотрим фрагмент распределительной сети. Значение нагрузки задано на шинах 0,4 кВ соответствующей номинальному напряжению в зависимости от функций $S_{наг}(U)$ зависимость

$$P_{номр} = f(U); Q_{номр} = f(U); S_{номр} = f(U)$$

и

$$\Delta P_{сум} = f(U); \Delta Q_{сум} = f(U); \Delta S_{сум} = f(U)$$

в узле нагрузки задается с использованием уравнения (1), которое учитывает статические характеристики рассматриваемого узла от напряжения [2].

$$P_i(U) = P_{номі} \left[A_{0i} + A_{1i} \cdot \left(\frac{U_{факі}}{U_{номі}} \right) + A_{2i} \cdot \left(\frac{U_{факі}}{U_{номі}} \right)^2 \right]$$

$$Q_i(U) = Q_{номі} \left[B_{0i} + B_{1i} \cdot \left(\frac{U_{факі}}{U_{номі}} \right) + B_{2i} \cdot \left(\frac{U_{факі}}{U_{номі}} \right)^2 \right]$$

где $P_{номі}, Q_{номі}$ - номинальная активная и реактивная мощность i -го узла нагрузки (приемника) при условии, что в узле номинальное напряжение, $U_{факі}, U_{номі}$ - фактическое и номинальное напряжения в узле, $A_{0i}, A_{1i}, A_{2i}, B_{0i}, B_{1i}, B_{2i}$ - коэффициенты полинома СХН по активной и реактивной мощности, которые зависят от состава и структуры приемников электроэнергии, в сумме подключённых к узлу.

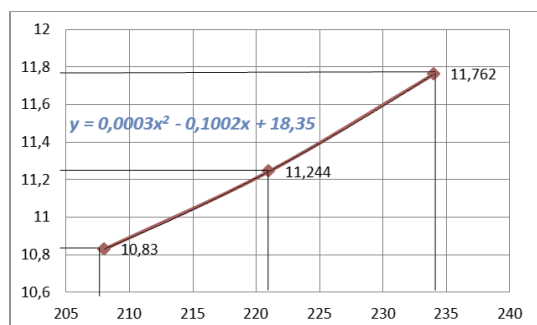


Рис. 5. Кривая статической характеристики узла рассматриваемой нагрузки.

Математический расчет коэффициента полинома второго порядка [2].

$$P_1 = 10,83 \text{ кВт}$$

$$P_2 = 11,244 \text{ кВт} \quad P_3 = 11,762 \text{ кВт}$$

$$U_1 = 208 \text{ В} \quad U_2 = 221 \text{ В} \quad U_3 = 234 \text{ В}$$

$$b = \frac{P_2 - P_1}{U_2 - U_1} - a \cdot (U_1 + U_2) = -0,1002$$

$$c = \frac{U_2 \cdot P_1 - U_1 \cdot P_2}{U_2 - U_1} + a \cdot U_1 \cdot U_2 = 18,35$$

$$a = \frac{P_3 - \frac{U_3 \cdot (P_2 - P_1) + U_2 \cdot P_1 - U_1 \cdot P_2}{U_2 - U_1}}{U_3(U_3 - U_1 - U_2) + U_1 \cdot U_2} = 0,0003$$

$$y = 0,0003x^2 - 0,1002x + 18,35$$

Как видно из расчёта, коэффициенты полинома совпадают с коэффициентами, которые были получены по результатам измерений.

Выводы:

1. Произведено измерение и анализ ПКЭ в электрических сетях образовательного учреждения филиала НИУ «МЭИ» г. Душанбе.

2. Уровень несимметрии превышает норму ГОСТ 32144-2013 из-за причины неравномерности распределения однофазных приёмников по фазе.

3. Получено нормальное распределение случайных величин напряжений по фазам с использованием аппарата математической статистики. Отклонение напряжений не соответствует ГОСТ 32144-2013.

4. Получены реальные коэффициенты полинома уравнения второго порядка, которое устанавливает регулирующий эффект изменения мощности от напряжения.

Литература:

1. Шаров Ю.В., Тульский В.Н., Карташев И.И., Назиров Х.Б., Тошев Д.Ш. Современное состояние электрических сетей Республики Таджикистан по качеству электрической энергии Вестник Таджикского технического университета. 2011. Т. 4. № 4. С. 40-50.

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

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

4. ГОСТ 32144—2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

**ТАДҶИҚОТИ ТАҶРИБАВӢ, ТАҲЛИЛ ВА
БАҲОДИҲӢ БА СИФАТИ ЭНЕРГИЯИ
ЭЛЕКТРИКӢ ДАР ШАБАКАҲОИ
ЭЛЕКТРИКИИ 0,4кВ-и МУАССИСАИ
ТАЪЛИМИ**

*С.А. Абдулкеримов, Х.Б. Назиров,
М.М. Камолов, А.С. Амирхонов,
З.С. Ганиев*

Дар мақола натиҷаи ченкуниҳои сифати энергияи электрикӣ, ки дар системаи сефазаи ҷорноқилаи 0,4 кВ амалӣ карда шудааст, дида мешавад. Тағйирёбии басомад, тағйирёбии ками шиддат, нотавазунӣ шиддат дар фазаҳо ва нишондиҳандаҳои ёрирасони энергияи электрикӣ (ҷараён ва тавоноӣ) дида мешавад. Натиҷаи ченкуниҳо бо стандарти байнидавлатӣ (ГОСТ 32144-2013) муқоиса карда шуда, сабабҳои фарқияти нишондиҳандаҳои сифати энергияи электрикӣ матраҳ карда шудааст. Инчунин полиномҳои муодилаи дараҷаи дуввуми вобастагии тағйирёбии тавоноӣ нисбат ба шиддати он дар ғиреҳҳо тариқи таҷрибавӣ муайян карда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: андозагирӣ, нишондиҳандаҳои сифати энергияи электрикӣ, шабакаҳои тақсимотии 0,4 кВ, низоми сефаза, тағйирёбии ками шиддат, нотавазунӣ шиддат ва ҷараён.

**EXPERIMENTAL STUDY, ANALYSIS
END ASSESSMENT OF POWER QUALITY
IN ELECTRICAL GRIDS 0.4kV OF
EDUCATIONAL ORGANIZATION**

*S.A. Abdulkerimov, H.B. Nazirov,
M.M. Kamolov, A.S. Amirkhonov, Z.S.
Ganiyev.*

The article considers the analysis of the results of measurements of power quality parameters (PQS) in a four-wire three-phase system of 0.4 kV. Frequency deviation, slow voltage deviation, voltage asymmetry in phases and auxiliary electric power (current and power)

are considered. Comparison of the measurement results according to government standards 32144-2013 is carried out and the reasons for the deterioration of the individual parameters are determined. Polynomials of the equation of the regulating effect of the effect of voltage on power losses and power consumption in the node under consideration are obtained.

Key words: measurement, power quality parameters, 0.4 kV distribution networks, three-phase system, slow voltage deviation, asymmetry of voltages and currents.

Сведения об авторах:

Абдулкеримов Сагид Абдурахманович – к.т.н, директор филиала НИУ «МЭИ» в г. Душанбе, старший научный сотрудник кафедры «Электрофизика информационных систем» НИУ «МЭИ».

Назирова Хуршед Бобоходжаевич – к.т.н, заведующий кафедрой «Электроэнергетика» филиала «НИУ «МЭИ» в г. Душанбе. Автор более 40 научных работ. Область научных интересов – Управление качеством и потерь электрической энергии. Тел: 931–00–00–83. E-mail: hurshed84@mail.ru

Камолов Мухаммаджон Мутайилович – ассистент кафедры «ТОР и Э», докторант PhD ТТУ имени академика М.С. Осими, область научных интересов – Управление качества электрической энергии в электрических сетях. Тел: 93-593-99-94. E-mail: kamolov.m_93@mail.ru.

Амирхонов Алишер Сайвалиевич – соискатель ТТУ имени академика М.С. Осими, область научных интересов – Разработка системы управления качеством электрической энергии в предприятиях. E-mail: amir_1992@mail.ru.

Ганиев Зокир Султонович – ст. пр. кафедры «Электрические станции» автор более 25 статей, Тел: 93-409-47-33, e-mail: zoko1981@mail.ru.

УДК 66.08

**ВЛИЯНИЕ ПЕРЕМЕННОГО ЧАСТОТНО-МОДУЛИРОВАННОГО СИГНАЛА НА
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИСТИЛЛИРОВАННОЙ ВОДЫ И ГИДРОГЕЛЯ
АКРИЛОВОГО ПОЛИМЕРНОГО НА ЕЕ ОСНОВЕ**

Д.С. Азимов, Г.К. Ивахнюк, М.Т. Идиев, К.М. Палаванов

*Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)
Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

Результаты показали, что воздействие частотно-модулируемого электрического сигнала изменяет свойства воды и акрилового гидрогеля на ее основе. После окончания обработки (в течение 10÷70

минут) наблюдаются уменьшение поверхностного натяжения на 16% и на 20% увеличивается испарение воды. Причем динамическая вязкость и плотность снижаются.

Влияние переменного частотно-модулируемого сигнала ускоряет испарение влаги и незначительно снижает кислотность гидрогеля на основе редкосшитого акрилового полимера и модифицированной воды на 6,5%, испарение влаги растёт до 10% в зависимости от длительности обработки.

Ключевые слова: переменный частотно-модулируемый электрический сигнал, дистиллированная вода, акриловый полимер, гидрогель, вязкость, испаряемость, поверхностное натяжение, плотность, pH.

Введение

Несмотря на многовековой интерес к исследованию свойств воды, вопросы изменения ее свойств и структуры под влиянием внешних воздействий до сих пор так и остаются предметом многочисленных теоретических и экспериментальных работ.

Актуальность данной работы заключается в том, что в настоящее время расширяется применение воды, предварительно обработанной физическими полями различной природы, в науке, технике, медицине.

Доля использования омагниченной воды проявляет тенденцию к снижению.

Так, например, результаты исследований последних десятилетий в области медицины показывают, что действие электрических и магнитных до сих пор не выяснены механизмы воздействия ПЧМС на воду, что привлекает интерес исследователей к этой проблеме [1,2].

Электрическое воздействие может вызывать деформацию водородных связей, в том числе изменение длины О-Н или углов Н-О-Н.

При таких изменениях дипольный момент растёт, что приводит к уширению и сдвигу в низкочастотную область полос поглощения в колебательных спектрах воды. Межмолекулярные связи малоустойчивы и сравнительно легко разрушаются.

Водородная связь представляет собой особый тип межмолекулярного или внутримолекулярного взаимодействия между реакционноспособными группами. От общих для всех веществ ван-дер-ваальсовых сил водородная связь отличается направленностью и насыщенностью, однако имеет сравнительно низкую прочность. Ее энергия в несколько раз ниже энергии химической связи, по этой причине водородные связи малоустойчивы и под действием различных

внешних факторов довольно легко разрушаются.

Структурные элементы жидкости с повышенным содержанием водородных связей называются кластерами. Особенности структурного строения воды и метастабильность ее строения позволяют последней откликаться на различные воздействия, в том числе и на частотно модулированные электрические поля [3]. При этом возможна переориентация молекул воды и изменение кластерных структур, что может быть зафиксировано при исследовании вещества методом спектроскопии комбинированного рассеяния (КР-спектроскопии) [4, 5].

До настоящего времени механизм влияния переменных электрических полей на воду и ее примеси неясен. Но высказан ряд гипотез, которые можно классифицировать на три группы:

- 1) коллоидные;
- 2) ионные;
- 3) водяные.

Согласно коллоидной теории электрическое поле, действуя на воду, может разрушать агрегаты коллоидных частиц (размером до 0,1 мкм).

В рамках ионной теории аномальные свойства воды, возникающие под действием электрического поля, объясняются процессами поляризации и деформации гидратированных ионов.

«Водяная» гипотеза предполагает, что электрическое поле оказывает воздействие непосредственно на надмолекулярную структуру воды.

Н.И. Лычагин доказывает возможность изменения электрическим полем валентных углов молекул воды его уменьшение более, чем на 2°.

Это приводит к увеличению дипольного момента молекулы и характеризует взаимодействие между молекулами с укрупнением их агрегатов [6].

Целью данного исследования является изучение влияния переменного частотно-модулированного электрического сигнала на физико-химические свойства дистиллированной воды, предназначенной для синтеза гидрогеля на основе редкосшитых акриловых полимеров (карбопола «ЕДТ 2020»).

В соответствии с этим решились следующие основные задачи:

-изучение влияния переменного частотно-модулированного сигнала на

изменение физико-химических свойств дистиллированной воды;

-изучение влияния переменного частотно-модулированного сигнала на процесс и свойства акрилового гидрогеля на основе электрофизической модифицированной воды;

-изучение влияния переменного частотно-модулированного сигнала на длительность сохранности некоторого физико-химического гидрогеля на основе электрофизической модифицированной воды и карбопола «ЕДТ 2020».

Экспериментальная часть

Для проведения экспериментальных исследований использовался прибор «ТР-1», эквивалентная схема прибора (см. рис 1). Параметры прибора: подключается от сети 220 В, частота 50 Гц, сигнал подается через одиночный медный электрод с потенциалом 12 В.

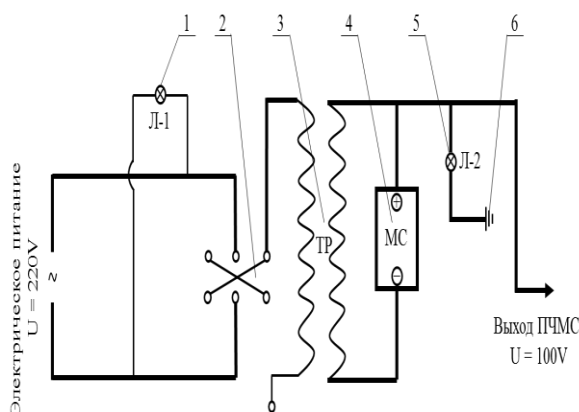


Рисунок. 1. Схема прибора «ТР-1» для электрофизической обработки воды. 1 лампа Л-1; 2 переход; 3 трансформатор ОСМ-1; 4 – микросхема; 5 лампа Л-2; 6 заземление.

Определение массы испарившейся в течение часа дистиллированной воды заключалось в испарении жидкости, предварительно обработанной ПЧМС в течение определенного времени (15, 30, 45 60 и 70 мин.), с открытой поверхности в условиях отсутствия движения воздушных масс, способствующего увеличению скорости удаления паров с поверхности воды. В одну выпарительную чашу была налита необработанная дистиллированная вода (контрольный образец), в оставшиеся чашки дистиллированная вода, обработанная ПЧМС в течение определенного времени. Затем, через каждые 15 мин. до достижения часового интервала на аналитических весах измерялась масса воды, налитой в емкости.

Результаты экспериментальных исследований представлены в таблице 1.

Определение динамической вязкости использовалось с помощью бюретки. Бюретка объемом 25 мл заполнялась предварительно обработанной ПЧМС в течение определенного времени (15-60 минут) дистиллированной водой. Динамическая вязкость (в случае использования бюретки) вычисляется по закону Пуазейля по среднему (из нескольких измерений) времени истечения жидкости. Длительность истечения воды приведено в таблице 2.

Изменение величины поверхностного натяжения воды при электрофизическом воздействии проводилось методом отрыва капле [7]. Результаты изменения поверхностного натяжения представлены на рис. 2.

В исследовании измерение плотности воды проводилось пикнометрическим методом с помощью стеклянного пикнометра типа Гей-Люссака [8]. Результаты приведены на рис. 3.

Изучение влияния электрофизического воздействия ПЧМС на надмолекулярную структуру воды проводилось методом лазерного светорассеивания на спектрометре марки ЛКС-03.

При изучении влияния электрофизической модифицированной воды на степень набухания редкосшитых акриловых полимеров, использовали карбопол марки ЕДТ 2020.

Как следует из работы [9, 10], воздействие электрического поля не только изменяет физико-химические свойства, надмолекулярную структуру воды, но и определенное время сохраняет эти изменения и передает их гелю, который изготовлен на основе этой электрофизической модифицированной воды. Исходя из методики этих работ, мы проводили исследование рН среды и испарения гидрогелей при воздействии ПЧМС в различное время и пост-экспозиции.

Исследование влияния переменного частотно-модулированного сигнала на рН гидрогеля определялось с помощью рН-метра «рН-150МИ». Погрешность прибора $\pm 0,05$.

Результаты исследования приведены в таблице 5.

Обсуждение результатов

Результаты экспериментального исследования массы испарившейся воды показали, что с увеличением длительности воздействия ПЧМС испарение протекает быстрее.

Таблица 1.

Испаряемость дистиллированной воды

Дистиллированная вода	Масса жидкости, г					Доля испарившейся жидкости, %			
	За 0 мин.	За 15 мин.	За 30 мин.	За 45 мин.	За 60 мин.	За 15 мин.	За 30 мин.	За 45 мин.	За 60 мин.
Необработанная	21,72	21,67	21,56	21,48	21,44	0,22	0,72	1,10	1,27
Обработанная 15 мин.	21,71	21,66	21,54	21,46	21,43	0,24	0,81	1,15	1,33
Обработанная 30 мин.	21,72	21,66	21,54	21,47	21,42	0,26	0,86	1,16	1,37
Обработанная 45 мин.	21,38	21,29	21,16	21,08	21,08	0,29	0,88	1,25	1,53
Обработанная 60 мин.	21,40	21,33	21,21	21,12	21,12	0,31	0,92	1,31	1,57

Результаты определения динамической вязкости дистиллированной воды с помощью истечения из бюретки в

зависимости от длительности ее обработки ПЧМС представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Средняя длительность истечения дистиллированной воды

Длительность обработки воды, мин	0	15	30	45	60
Длительность истечения, с	14,80	14,60	14,40	14,35	14,32
	14,70	14,65	14,44	14,52	14,35
	14,78	14,60	14,56	14,35	14,29
	14,80	14,64	14,50	14,40	14,26
	14,68	14,62	14,40	14,40	14,40
Среднее время τ , с	14,75	14,62	14,46	14,40	14,32

Исследования поверхностного натяжения дистиллированной воды после обработки ПЧМС показали, что поверхностное натяжение дистиллированной воды снижается на 16% в течение наблюдаемого времени (рис. 2).

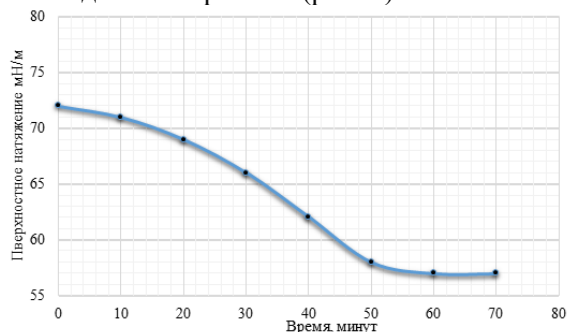


Рисунок 2. Изменение поверхностного натяжения дистиллированной воды при электрофизическом воздействии в течение 70 мин.

В ходе исследования отмечено, что в условиях электрофизического воздействия происходило заметное снижение плотности

дистиллированной воды в течение первых 50 мин. воздействия. В дальнейшем существенного изменения плотности воды не наблюдалось (рис. 3).

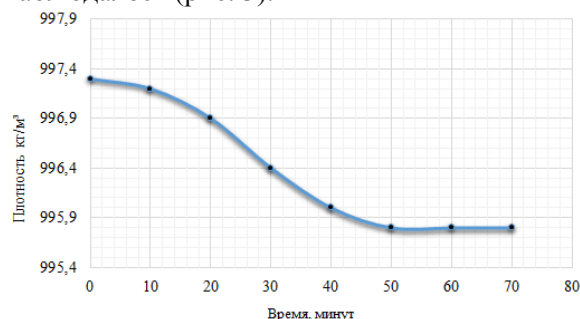


Рисунок 3. Изменение плотности дистиллированной воды после обработки электрофизическим методом

Из представленных данных видно, что в большинстве случаев существенное изменение физико-химических характеристик воды при обработке ПЧМС происходит преимущественно в течение 40÷50 минут.

Результаты воздействия ПЧМС на надмолекулярную структуру воды свидетельствуют (рис. 4) о кардинальном перераспределении пространственных характеристик кластеров воды.

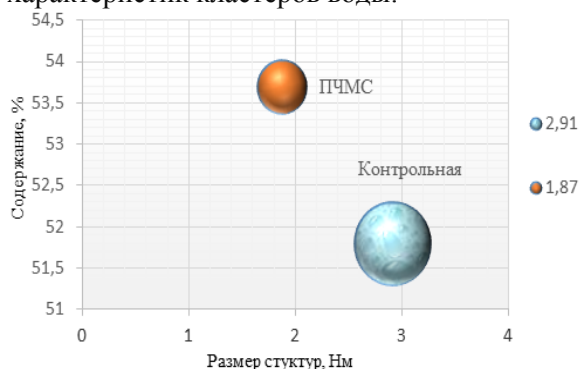


Рисунок 4. Изменение размеров и концентрации кластеров при воздействии ПЧМС на дистиллированную воду.

Для воды подобное изменение размеров структурных образований связано с повышением подвижности молекул в результате поглощения энергии электрического поля и, как следствие, ослаблением водородных связей с последующей перестройкой надмолекулярных образований.

Как показало исследование, влияние ПЧМС изменяет физико-химические параметры воды. В следующих исследованиях синтезировали гидрогели на основе электрофизической модифицированной воды и карбопола ЕТД 2020.

Из диссертации Успенской М.В. нам известно, что концентрация полимера влияет на степень набухания карбопола. Смотри на

результаты исследования, проводился эксперимент влияния электрофизической модифицированной воды на длительность набухания акрилового полимера (рисунок 5). Доказано, что вода свои физико-химические характеристики после обработки ПЧМС передаёт в некоторые параметры гелобразователя. Проводился эксперимент при постоянной температуре, влиянии ПЧМС на степень набухания карбопола.

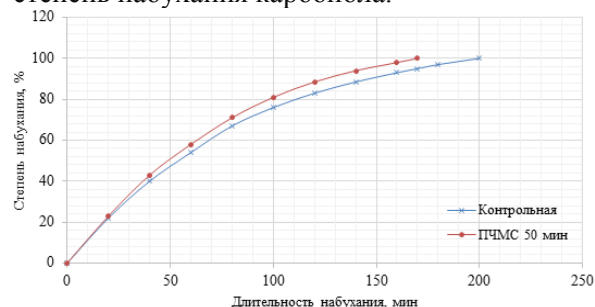


Рисунок 5 Влияние ПЧМС на длительность набухания РАП в дистиллированной воде при постоянной температуре $T=25^{\circ}\text{C}$

Как видно из результатов (таблица 4 и 5), воздействие переменного частотно-модулируемого сигнала ускоряет испарение влаги и незначительно снижает кислотность, последнее может быть обусловлено как усилением потери воды (от 7 до 10 % масс.) и соответствующим увеличением концентрации акрилового полимера в гидрогеле, так и взаимосвязанной с этим снижением концентрации кислотных центров акрилового полимера.

Таблица 4.

Массовая доля испарившейся влаги обработанного и необработанного ГАП (%)

№	Длительность обработки	Длительность испарения					
		0 мин	30 мин	60 мин	2 час	1 сут	2 сут
1	Необработанный	0	2,5	7,0	9,0	50,0	99,4
2	Обработанный 30 мин	0	4,9	8,7	13,9	57,4	99,5
3	Обработанный 45 мин	0	5,7	10,7	16,2	60,0	99,7

Ускорение испарения влаги сокращает время ожидания пациентом последующих медицинских процедур, несовместимых с еще невысохшим слоем лекарственного средства.

Происходящее при этом незначительное увеличение значений pH растворителя-воды в составе аппликата не представляется нам существенным на фоне увеличения концентрации акрилового полимера в аппликации носителя электрофизической стимуляции, свойств собственно аппликата.

Таблица 5.

Изменение pH ГАП в зависимости от длительности обработки

Значение	Длительность обработки, мин				
	0	15	30	45	60
pH	5,24	5,31	5,46	5,63	5,61
	5,23	5,33	5,47	5,61	5,63
	5,22	5,32	5,45	5,62	5,62
Среднее pH	5,23	5,32	5,46	5,62	5,62

Величина pH растет с увеличением длительности обработки вплоть до 45 мин. (табл. 6). В таблице 6 приведены значения pH, измеренные для образцов гидрогеля, хранившихся в закрытых сосудах. (Как видно из таблицы 4, аппликат-гель за 2 суток полностью обезвоживается). Данные таблицы 6 показывают, что изменение pH в невысыхающем геле сохраняется до 13-20 суток в зависимости от длительности воздействия ПЧМС. Из этого следует, что относительная величина изменения и сохранность свойств геля зависит от

длительности обработки ПЧМС исходного геля. Это свидетельствует о качественно-количественном структурном факторе. Поскольку степень усиления свойств единичной точечной структуры представляется незначительной, остается предположить нарастание количества этих точечных структур в зависимости от длительности обработки ПЧМС. Постепенная последующая утрата вышеописанных свойств геля зависит от естественных причин, действие которых было временно устранено влиянием ПЧМС на исходную дистиллированную воду.

Таблица 6.

Длительность сохранности pH гидрогеля после обработки ПЧМС

Длительность обработки		Пост-экспозиции, сутки								
		1	5	7	10	13	15	17	20	25
рН контрольного образца		5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2
ΔрН	15 минут	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	0	0	0	0
	30 минут	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,1	0	0	0
	45 минут	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4	+0,3	+0,2	+0,2	0
	60 минут	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4	+0,3	+0,2	0
	120 минут	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4	+0,3	+0,1

Высказанное нами рабочее предположение о связи усиления лечебного воздействия геля полиакрила с увеличением концентрации аппликата (при испарении среды) с возможным сочетанным влиянием изменения pH аппликата требует дополнительной экспериментальной проверки.

Выводы

В ходе проведенных исследований, в части плана научно-исследовательских работ, выполняемых в СПбГТИ(ТУ) по изучению воздействия переменного частотно-модулируемого сигнала на свойства различных веществ, были получены результаты, подтверждающие способность влияния переменного частотно-модулированного сигнала на физико-химические свойства дистиллированной воды и гидрогеля на основе модифицированной воды и акрилового полимера, сохранение и постепенное снижение приобретенных свойств в течение определенного времени.

Представленная работа указывает на то, что продолжение исследований влияния электрических полей на свойства воды позволит выявить режимы обработки, при которых их изменение будет способствовать оптимальной интенсификации различных биологических процессов, проходящих как в

водной среде, так и в содержащих ее тканях и органах.

Таким образом, при увеличении длительности воздействия электрического поля на гель, на основе модифицированной воды, его pH возрастает на 7,2% и испарение влаги растёт до 10%, а время сохранности pH гидрогеля длится до 20 суток.

Показано, что переменный частотно-модулируемый электрический сигнал влияет на значение pH, которое зависит от длительности обработки ПЧМС и может сохраняться в течение не менее 10 суток, при этом процесс испарения протекает более интенсивно и антибатно.

Литература:

1. Мусиенко К.С., Игнатова Т.М., Глазкова В.В. Изучение влияния физических полей на физико-химические свойства воды // Биомедицинская инженерия и электроника. 2014. № 2. С. 84-90.
2. Давидзон, М.И. О действии магнитного поля на слабопроводящие водные системы // Известия вузов МВ и ССО СССР, Физика. 1985. № 4. С. 89-94.
3. Стукалов П.С., Васильев Е.В. Магнитная обработка воды. – Л. Судостроение, 1969. С. 192.
4. Иванов А.В., Кадочникова Е.Н., Плотникова А.С. Исследование спектров

комбинационного рассеяния воды в условиях воздействия переменного частотно-модулированного потенциала // Известия СПбГУПС МЧСР. 2014. №4. С. 45-50.

5. Юдина Е. П. Влияние магнитного и электрического полей на свойства гелей оксигидрата иттрия // Диссертация на кандидат химических наук. Специальность. 20.00.21. 2006 г.

6. Бессонова А.П., Стась И.Е. Влияние высокочастотного электромагнитного поля на физико-химические свойства воды и ее спектральные характеристики // Ползуновский вестник. 2008. № 3. С. 305-309.

7. Джабраилов Т.А., Сазонов С.Н. Физика. Практикум к выполнению лабораторных работ. «Механика. Молекулярная физика и термодинамика». Практикум к лабораторным работам. – Ульяновск: УлГТУ, 2016. С. 120.

8. ISO 2811-1: 2011. Краски и лаки. Определение плотности. Часть 1. Метод пикнометра. М: Стандартиформ. 2013. С. 8.

9. Иванов А.В., Торопов Д.П., Ивахнюк Г.К., Федоров А.В., Кузьмин А.А. исследование огнетушащих свойств воды и гидрогелей с углеродными наноструктурами при ликвидации горения нефтепродуктов. пожар взрывобезопасность. 2017. С. 31-44

10. Власов В.А., Мышкин В.Ф., Хан В.А. Анализ процессов, обуславливающих влияние магнитного поля на структуру и свойства воды // Научный журнал КубГАУ. 2012. № 81. С. 147-159.

11. Успенская М.В. Акриловые гидрогели в качестве полимерных связующих: автореферат дис. д.т.н: 05.17.06/ Успенская Майя Валерьевна. –СПб., 2009.

**ТАЪСИРИ МАВЧҲОИ
МОДЕЛИРОНИДАШУДАИ
БАСОМАДАШОН ТАҒЙИРЁБАНДА БА
ХОСИЯТҲОИ ФИЗИКАВИЮ
ХИМИЯВИИ ОБИ МУҚАТТАР ВА
ГИДРОГЕЛИ ДАР АСОСИ ПОЛИМЕРИ
АКРИЛӢ ТАРКИБӢФТА**

**Д.С. Азимов, Г.К. Ивахнюк, М.Т. Идиев,
К.М. Палавонов**

Натиҷаҳо нишон доданд, ки таъсири сигналҳои электрикии моделиронидашудаи басомадашон тағйирёбанда ба хосиятҳои об ва гидрогели дар асоси полимери акрилӣ таркибёфтаре тағйир медиҳанд. Баъди анҷоми коркард (муддати 10-70 дақиқа) камшавии кашиши сатҳӣ то 16-20% ба назар расида, бӯғшавии об зиёд мешавад. Инчунин часпакии динамикӣ ва зичӣ низ кам мешавад.

Таъсири сигналҳои электрикии моделиронидашудаи басомадашон тағйирёбанда вобаста аз муддати коркард суръати бӯғшавии намиро зиёд намуда, ба миқдори назарногир (то 6,5%) кислотанокҳои гидрогелро кам мекунад. Бӯғшавии намай то 10% боло меравад.

Калимаҳои калидӣ: мавҷҳои моделиронидашудаи басомадашон тағйирёбанда, оби муқаттар, полимери акрилӣ, гидрогел, часпакӣ, бӯғшавӣ, кашиши сатҳӣ, зичӣ, pH.

**INFLUENCE OF A VARIABLE
FREQUENCY MODULATED SIGNAL ON
PHYSICAL AND CHEMICAL
PROPERTIES OF A DISTILLED WATER
AND HYDROGEL ACRYLIC POLYMERIC
ON ITS BASIS**

**D.S. Azimov, G.K. Ivakhnyuk, M.T. Idiev,
K.M. Palavonov**

The results shown effect of variable frequency-modulated signal changes the properties of water, and after termination (within 10-70 minutes) increased a 16 % in the surface tension and a 20% in the evaporation of water. Moreover, the dynamic viscosity and density decreased the process of evaporation more intensively.

The effect of the variable frequency modulated signal accelerates the evaporation of moisture and slightly reduces the hydrogel acidity based on the rarity of the acrylic polymer and the modified water by 6.5% and the evaporation of moisture rises to 10% depending on the duration of the treatment.

Key words: variable frequency-modulated electrical signal, distilled water, acrylic polymer, hydrogel, viscosity, volatility, surface tension, density, pH.

Сведения об авторах:

Азимов Додарбек Садриддинович – аспирант кафедры инженерной защиты окружающей среды, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), e-mail: bek_azimov91@mail.ru

Ивахнюк Григорий Константинович – д-р хим. наук, профессор, зав. каф. Инженерной защиты окружающей среды, e-mail: Environment_dept@tehnolog.edu.ru

Идиев Махмадрезбон Тешаевич – к.т.н., доцент, ТТУ имени академика М.С.Осими, E-mail: Idiev_64@mail.ru

Палавонов Комрон Муминович – ст. преп. каф. «Технология химического производства» ТТУ имени академика М.С. Осими.

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ТЕПЛОЁМКОСТИ И ИЗМЕНЕНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ СПЛАВА АК9

М.Ч. Ширинов, И.Н. Ганиев*, Н.С. Олимов, Н.Ф. Иброхимов*

*Таджикский государственный педагогический университет имени С. Айни**

*Институт химии имени В.И. Никитина АН Республики Таджикистан**

В режиме «охлаждения» экспериментально исследована температурная зависимость теплоёмкости и термодинамических функций сплава АК9.

Ключевые слова: Сплав АК9 – режим «охлаждения» – удельная теплоёмкость – коэффициент теплоотдачи – энтальпия – энтропия – энергия Гиббса.

Литейный алюминиевый сплав АК9 и его более чистые модификации АК9ч, АК9пч применяют для изготовления наиболее ответственных отливок, сложных и крупногабаритных деталей, работающих при больших нагрузках (картер двигателя внутреннего сгорания), для литья мало- и средненагруженных деталей приборов, агрегатов и двигателей, а также для бытовых изделий.

Непрерывный технический прогресс в автомобилестроении, тракторостроении и других отраслях народного хозяйства требует значительного увеличения объема производства различных сплавов цветных металлов и повышения их качества. Алюминию и сплавам на его основе принадлежит особое место в выполнении этой задачи. Сравнительно небольшая плотность в сочетании с высокими механическими характеристиками, а также значительные сырьевые ресурсы способствуют широкому внедрению алюминия и его сплавов в различные отрасли промышленности. Алюминиевые сплавы применяют в машиностроении вместо стали, чугуна и других материалов с целью обеспечения снижения удельной металлоемкости конструкций, т.е. отношения массы машины к ее мощности. Как следует из литературных данных, такое развитие сохранится и в будущем [1-3].

Данные о термодинамических функциях сплава АК9 от температуры в литературе не представлены. Теплоёмкость сплава измеряли в режиме «охлаждения» [4-10]. Исследуемые объекты имели цилиндрическую форму диаметром 16 мм и высотой 30 мм. Для измерения температуры использован измеритель DigitalMultimeterUT71B, который позволял произвести прямую фиксацию результатов измерений на компьютере в виде таблицы. Точность измерения температуры

составила 0.1 °С. Вся обработка результатов измерений производилась с помощью программы MSExcel. Графики строились по программе SigmaPlot. Значения коэффициента корреляции составляли величину более $R_{\text{корр}} > 0,999$, подтверждая правильность выбора аппроксимирующей функции.

Экспериментально полученные зависимости температуры образцов из сплава АК9 от времени охлаждения описываются уравнением вида:

$$T = T_0 + \frac{1}{2} \left[(T_1 - T_0) e^{-\tau/\tau_1} + (T_2 - T_0) e^{-\tau/\tau_2} \right] \quad (1)$$

Дифференцируя уравнение (1) по τ , получаем уравнение для скорости охлаждения образцов

$$\frac{dT}{d\tau} = \frac{1}{2} \left[-\left(\frac{T_1 - T_0}{\tau_1} \right) e^{-\tau/\tau_1} - \left(\frac{T_2 - T_0}{\tau_2} \right) e^{-\tau/\tau_2} \right] \quad (2)$$

По этой формуле нами были вычислены скорости охлаждения образцов по методикам, описанным в работах [11-15].

Данные по теплоемкости сплава АК9 были заимствованы из [3].

В результате обработки этих данных получено следующее уравнение для температурной зависимости удельной теплоемкости (Дж/кг·К) сплава АК9 в интервале температур 293 - 800 К:

$$C_p^{AK9} = -1.0660 + 0.0107T - 1.7047 \cdot 10^{-5} T^2 + 9.7815 \cdot 10^{-9} T^3 \quad (R^2 = 0.9948) \quad (3)$$

График температурной зависимости удельной теплоемкости сплава АК9 приведен на рис. 1.

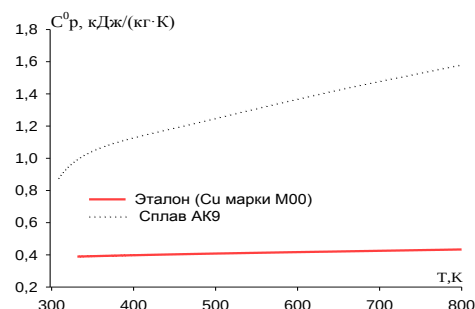


Рис. 1. Температурная зависимость удельной теплоемкости сплава АК9 и эталона. 13 //

Используя вычисленные данные по теплоемкости сплава АК9 и экспериментально полученные величины скорости охлаждения, был рассчитан коэффициент теплоотдачи $\alpha(T)$ (Вт/К·м²) для сплава АК9 по следующей формуле:

$$\alpha = \frac{C_p^0 m \frac{dT}{d\tau}}{(T - T_0) \cdot S}, \quad (4)$$

где m и S – масса и площадь поверхности образца, T и T_0 – температура образца и окружающей среды, соответственно. Для сплава АК9 температурная зависимость коэффициента теплоотдачи имеет вид (рис. 2):

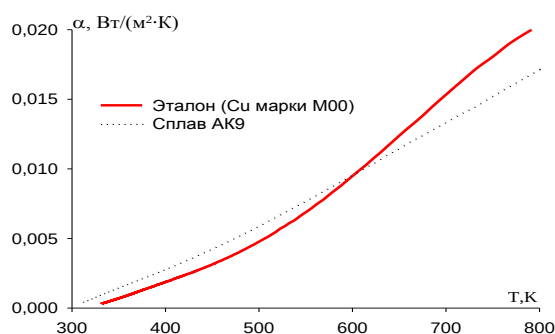


Рис. 2. Температурная зависимость коэффициента теплоотдачи сплава АК9 и эталона.

Для расчета изменений температурной зависимости энтальпии, энтропии и энергии Гиббса были использованы интегралы от удельной теплоемкости (Дж/кг·К) по уравнению (3):

$$\left. \begin{aligned} H^0(T) - H^0(T_0) &= a(T - T_0) + \frac{b}{2}(T^2 - T_0^2) + \frac{c}{3}(T^3 - T_0^3) + \frac{d}{4}(T^4 - T_0^4) \\ S^0(T) - S^0(T_0) &= a \ln \frac{T}{T_0} + b(T - T_0) + \frac{c}{2}(T^2 - T_0^2) + \frac{d}{3}(T^3 - T_0^3) \\ G(T) &= H(T - T_0) - TS(T - T_0) \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

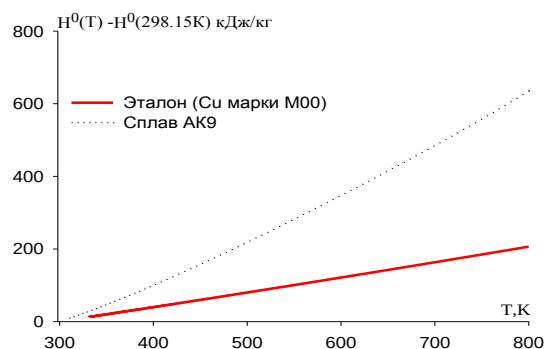


Рис. 3. Температурная зависимость изменения энтальпии сплава АК9 и эталона.

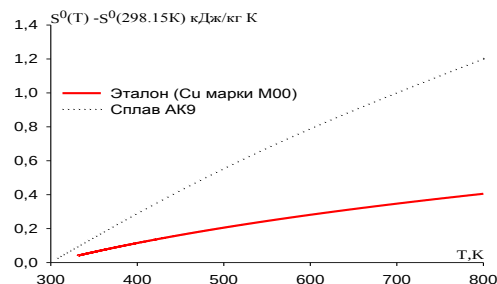


Рис. 4. Температурная зависимость изменения энтропии для сплава АК9 и эталона.

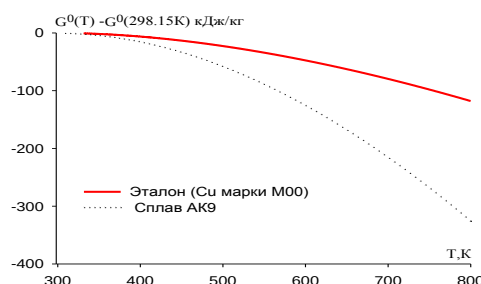


Рис. 5. Температурная зависимость изменения энергии Гиббса для сплава АК9 и эталона.

С ростом температуры удельная теплоемкость, энтальпия и энтропия сплава АК9 увеличиваются, а значение энергии Гиббса уменьшается. Таким образом, получены полиномы для температурной зависимости теплоемкости сплава АК9, которые с точностью $R_{\text{корр}} = 0.999$ описывают эти свойства.

Литература:

1. Луц А.Р., Суслина А.А. Алюминий и его сплавы. Самара: СГТУ. 2013. 81с.
2. Алюминиевые сплавы (Состав, свойства, технология, применение.) Справочник // под общей редакцией И.Н. Фридляндера. Киев: Коминтех. 2005. 365с.
3. Золоторевский В.С., Белов Н.А. Металловедение литейных алюминиевых сплавов. М.: МИСиС. 2005. 376. с.
4. Зиновьев В.Е. Теплофизические свойства металлов при высоких температурах. М.: Металлургия, 1989. 384 с.
5. Ганиев И.Н., Муллоева Н.М., Низомов З., Обидов Ф.У., Иброхимов Н.Ф. Температурная зависимость теплоемкости и термодинамических функций сплавов системы Pb-Ca // Теплофизика высоких температур. 2014. Т52. №1. С.147-150.
6. Муллоева Н.М., Ганиев И.Н., Махмадуллоев Х.А. Теплофизические и термодинамические свойства сплавов свинца с щелочноземельными металлами. //

Германия: Изд. дом LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. 152с.

7. Муллоева Н.М., Ганиев И.Н., Махмадуллоев Х.А., Эшов Б.Б., Низомов З. Теплофизические свойства и термодинамические функции сплавов системы Pb-Sr // Известия Самарского научного центра Российской Академии наук, 2014, т.6, №6, С.38-42.

8. Ganiev, I.N. N.M. Mulloeva, Z. Nizomov, F.U. Obidov, N. F. Ibragimov Temperature dependence of the specific heat and thermodynamic functions of alloys of the Pb-Ca system // High Temperature, 2014, vol.52, iss. 1, p.138-140.

9. Муллоева Н.М., Ганиев, И.Н., Махмадуллоев Х.А., Обидов Ф.У., Термодинамические функции сплавов свинца с барием // Матер. Межд. научно-техн. конф. «Нефть и газ Западной Сибири». Томск, 2013, С.99-107.

10. Муллоева, Н.М., Ганиев, И.Н., Низомов З., Обидов Ф.У., Температурная зависимость теплоемкости и термодинамических функций свинца // Материалы Республ. Научно-практ. конф. «Достижения инновационной технологии композиционных материалов и их сплавов для машиностроения». Душанбе, 2014, С.15-18.

11. Иброхимов Н.Ф., Ганиев И.Н., Низомов З., Ганиева Н.И., Иброхимов С.Ж. Влияние церия на теплофизические свойства сплава AMg2 // Физика металлов и металловедения. 2016. т.117. №1. С.53-57.

12. Низомов З., Гулов Б.Н., Ганиев И.Н., Саидов Р.Х., Обидов Ф.У., Эшов Б.Б. Исследование температурной зависимости удельной теплоемкости алюминия марок ОСЧ и А7 // Доклады АН Республики Таджикистан, 2011, Т.54. №1. С.53-59.

13. Муллоева Н.М., Ганиев И.Н., Эшов Б.Б., Махмадуллоев Х.А., Низомов З. Теплофизические свойства и термодинамические функции сплавов системы Pb-Sr // Известия Самарского научного центра Российской Академии наук. 2014. Т.6. №6. С. 38-42.

14. Иброхимов С.Ж., Эшов Б.Б., Ганиев И.Н., Иброхимов Н.Ф. Влияние скандия на физико-химические свойства сплава AMg4 // Известия Самарского научного центра РАН. 2014. т.16. №4. С.256-260.

15. Иброхимов Н.Ф., Ганиев И. Н., Ганиева Н.И. Влияние иттрия на теплофизические свойства сплава AMg2 // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. №2(67). 2017. -С. 177-187.

ВОБАСТАГИИ ҲАРОРАТИ ГАРМИҒУНҶОИШ ВА ТАҒЙИРЁБИИ ФУНКСИЯҲОИ ТЕРМОДИНАМИКИИ ХҶЛАИ АК9

*М.Ч. Ширинов, И.Н. Ганиев, Н.С. Олимов,
Н.Ф. Иброхимов*

Гармиғунҷоиши хӯлаи АК9 дар речаи «сарднамой» дар фосилаи ҳарорати 300-800K тадқиқ карда шудааст.

Полиномаи вобастагии ҳарорати гармиғунҷоиш, коэффитсиенти гармидихӣ ва функсияҳои термодинамикӣ (энталпия, энтропия, энергияи Гиббс) барои хӯлаи АК9 ҳосил карда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: хӯлаи АК9, речаи «хунуқшавӣ», гармиғунҷоиши нисбӣ, коэффитсиенти гармидихӣ, энталпия, энтропия, энергияи Гиббс.

DEPENDENCE OF THE THERMAL CAPACITY AND CHANGE THERMODYNAMIC FUNCTIONS OF ALLOY AK9

*M.Ch. Shirinov, I.N.Ganiyev, N.S.
Olimov, N.F. Ibrokhimov.*

The thermal capacity of alloy AK9 is investigated in a mode of "cooling" in interval of temperatures 300-800K.

Receiving mathematical models thermal capacities describing temperature dependence and change thermodynamic functions (enthalpy, entropy and energy of Gibbs) for alloy AK9.

Key words: Alloy AK9 - "a cooling" mode - a specific thermal capacity - a factor of heat irradiation - enthalpy - entropy - energy of Gibbs.

Сведения об авторах:

Ширинов Мирқурбон Чилаевич – ст. преподават. Таджикского государственного педагогического университета имени С. Айни Тел.: +992-935-48-80-64, E-mail

Ганиев Изатулло Наврузович – д.х.н., профессор, академик АН РТ, заведующий лабораторией Института химии им. В.И. Никитина АН РТ, Тел.: +992-93-572-88-99, E-mail: ganiev48@mail.ru

Олимов Насруддин Солехович – к.х.н. доцент, заведующей кафедрой «Технология и машиноведение» Таджикского государственного педагогического университета имени С. Айни Тел.: +992-935-92-86-90, E-mail: Nasriddin-o@mail.ru

Иброхимов Насимжон Файзуллоевич – к.т.н. науч. сотр. Института химии им. В.И. Никитина АН РТ, E-mail: nasimqon@mail.ru.

УДК 669. 691.5(075.8)

ВЛИЯНИЕ БАРИЯ НА АНОДНОЕ ПОВЕДЕНИЕ СПЛАВА АК12М2

Ф.Ш. Зокиров¹, И.Н. Ганиев¹, А.Э. Бердиев², М.М. Сангов¹

¹Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

²Российско-Таджикский (Славянский) университет

В работе приведены результаты экспериментального исследования влияния бария на анодную устойчивость сплава АК12М2 в среде электролита хлорида натрия. Показано, что добавки бария в 1,5 раза уменьшают скорость коррозии исходного сплава АК12М2. С ростом раствора хлорид-иона в электролите потенциалы коррозии и питтингообразования смещаются в отрицательную область, скорость коррозии увеличивается.

Ключевые слова: сплав АК12М2 – барий -электролит NaCl- скорость коррозии - потенциал свободной коррозии- потенциал питтингообразования.

Введение

Сплавы системы алюминий и кремний (силумины) используют в большинстве литейных алюминиевых композиций, широко применяемых как конструкционные материалы для фасонного литья в автотракторном и авиастроении, строительстве, транспорте и других отраслях промышленности. В связи со структурными особенностями литых сплавов - грубыми хрупкими включениями кремния и интерметаллических фаз - прочностные характеристики силуминов невысокие, особенно низка пластичность. Для улучшения структуры и механических свойств литейных промышленных сплавов алюминия регулируют режимы плавки и литья, условия кристаллизации отливок (литье в песчаные и металлические формы, под давлением и т.д.). Но наиболее действенным фактором, определяющим благоприятное структурообразование силуминов, остается модифицирование, т.е. измельчение структуры за счет введения в расплав перед его заливкой малых добавок модифицирующих элементов[1].

Лучшие результаты были получены при добавлении в сплавах типа силуминов микродобавок стронция, натрия и калия, а также сурьмы и бария. Из перечисленных элементов наиболее обнадеживающим оказался щелочноземельный металл - барий. Он, подобно натрию, вызывает измельчение алюминиево-кремниевой эвтектики и в то же время обеспечивает стабильный эффект модифицирования расплава, который сохраняется при длительном его выстраивании (до 6 ч) и многократном переплаве модифициро-

ванного сплава (3 – 4 раза) [2]. Ниже приведены экспериментальные данные по анодному поведению сплава АК12М2, модифицированного барием в среде электролита NaCl при различных концентрациях хлорид-иона.

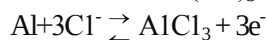
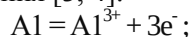
Материалы и методика исследований

Сплавы для исследования были получены в тиглях из оксида алюминия в шахтной печи сопротивления типа СШОЛ в интервале температур 750-850°C с использованием силумина марки АК12; меди марки МО9995 (ГОСТ 97172-82); промышленной лигатуры на основе алюминия с содержанием 10 мас.% бария. Из полученных сплавов отливали образцы диаметром 8 мм и длиной 140 мм в графитовую изложницу. Нерабочая часть образцов покрывалась смолой (смесью 50 % канифоли и 50 % парафина). Перед погружением образца в электролит торцевую часть зачищали наждачной бумагой, полировали, обезжиривали, травили в 10%-растворе NaOH, тщательно промывали в спирте и затем погружали в раствор для исследования. Температура электролита в ячейке поддерживалась постоянной- 20°C с помощью термостата U-10 (погрешность $\pm 0.2^\circ\text{C}$). Электродом сравнения служил хлор-серебряный, вспомогательным-платиновый.

Перед началом электрохимических измерений образцы выдерживались в электролите хлорида натрия до достижения стационарных потенциалов. Значения стационарных потенциалов устанавливаются на основании зависимостей потенциал (Е, В) - время (t, мин.). Потенциалы коррозии исследуемых сплавов устанавливаются в течение первого часа выдержки в растворе электролита хлорида натрия. Более длительная выдержка (1-3 сут.) подтверждает установившееся значение стационарного потенциала сплавов.

Электрохимические исследования проводились на потенциостате ПИ-50.1.1 в потенциодинамическом режиме со скоростью развертки потенциала 2мВ/с с выходом на программатор ПР-8 и самозаписью на ЛКД-4 в нейтральной среде. В нейтральных растворах, содержащих ионы хлора, пассивная оксидная пленка на алюминии и его сплавах разрушается и протекает питтинговая коррозия. При достижении

потенциала питтингообразования анодный процесс образования защитного оксида заменяется анодным процессом образования легкорастворимого соединения металла с активными анионом и гидроксидом алюминия [3, 4]:



Образование этих соединений затрудняет доступ кислорода к поверхности электрода, а следовательно, и пассивацию сплавов алюминия. Поэтому для прогнозирования коррозионного поведения алюминиевых сплавов важное значение имеет степень пассивации, которую целесообразно определить тремя параметрами: силой тока в пассивном состоянии, величиной потенциала питтингообразования и протяженностью пассивной области, получаемых в результате построения потенциодинамических кривых [4-8].

Для электрохимических исследований образцы поляризовали в положительном направлении от потенциала, установившегося при погружении в исследуемый раствор ($E_{\text{св.кор.}}$ – потенциал свободной коррозии, или стационарный), до значения потенциала, при котором происходит резкое возрастание плотности тока -2 А/м^2 (рис. 1, кривая I). Затем образцы поляризовали в обратном направлении до значения потенциала $-0,800$

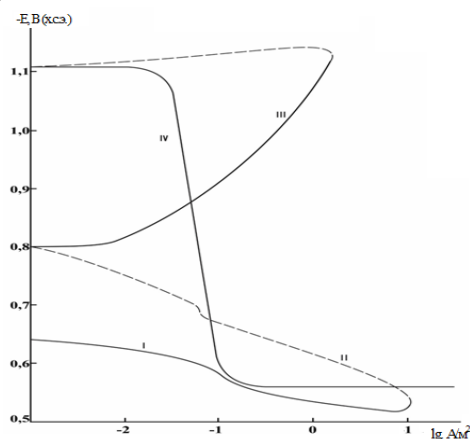


Рис. 1. Полная поляризационная (2 мВ/с) кривая сплава АК12М2 в среде электролита 3%-ного NaCl.

В результате чего происходило подщелачивание приэлектродного слоя поверхности образца (рисунок, кривая II). Для удаления оксидной плёнки с поверхности рабочего электрода образцы поляризовали в катодную область и обратно шли для достижения потенциала коррозии (без оксидной плёнки) (рисунок, кривая III). Наконец, образцы повторно поляризовали в

положительном направлении (рисунок, кривая IV), при этом при переходе от катодного к анодной области фиксируется потенциал начала пассивации ($E_{\text{пп.}}$).

Таким образом, на полученных анодных потенциодинамических кривых определяли основные электрохимические характеристики сплавов: потенциал коррозии ($E_{\text{корр.}}$), потенциалы питтингообразования ($E_{\text{п.о.}}$) и репассивации ($E_{\text{реп.}}$), плотность тока коррозии.

Расчёт тока коррозии как основной электрохимический показатель процесса коррозии проводили по катодной кривой с учётом таффелевской наклонной $b_k=0.122$ [7]. Скорость коррозии, в свою очередь, является функцией тока коррозии, находимой по формуле:

$$K = i_{\text{корр.}} \cdot K,$$

где K – электрохимический эквивалент, среднее значение которой для алюминия составляет $0.335 \text{ г} \cdot \text{А}^{-1} \cdot \text{г}^{-1}$ [7].

В качестве примера на рисунке представлена полная поляризационная кривая сплава АК12М2 в среде электролита 3%-ного NaCl. Подобная методика исследования анодного поведения сплавов алюминия нами описана в работах [4, 8-10].

Результаты электрохимических исследований сплава АК12М2, модифицированного барием представлены в таблицах 1-3. Как видно, из таблицы 1, по мере разбавления электролита, т.е. снижения концентрации хлорид-иона потенциал свободной коррозии смещается в область положительных значений. Наиболее резкое смещение потенциала наблюдается в первые 5 минут от начала погружения электрода в электролит. Стабилизация потенциала свободной коррозии наблюдается после 40-50 минут от начала погружения в раствор электролита, что свидетельствует о пассивации сплава и формировании защитной оксидной плёнки на его поверхности.

При этом, если у немодифицированного сплава стабилизация потенциала коррозии наблюдается в течение 50 минут, то у модифицированных сплавов процесс пассивации происходит в два раза быстрее, в течение 30-35 минут, что свидетельствует об относительно высокой их пассивации под воздействием добавок бария. Так, после одного часа выдержки в растворе электролита 0.03% NaCl потенциал коррозии исходного сплава составляет -0.480 В , а у сплава, содержащего 1 мас.% бария – -0.448 В (табл. 1).

Таблица 1.

Временная зависимость потенциала (х.с.э.) свободной коррозии ($E_{св.к.}$) сплава АК1М2 от содержания бария в среде электролита 0.03%-ного (числитель) и 3%-ного (знаменатель) NaCl

Время выдержки, минут	Содержание бария, мас. %				
	0.0	0.1	0.3	0.5	1.0
0	0,636	0,601	0,586	0,569	0,556
	0,771	0,741	0,735	0,728	0,721
0.15	0,625	0,588	0,575	0,558	0,543
	0,756	0,728	0,721	0,717	0,711
0.2	0,619	0,583	0,571	0,554	0,541
	0,748	0,722	0,713	0,711	0,704
0.3	0,603	0,581	0,563	0,551	0,533
	0,741	0,717	0,709	0,702	0,698
0.4	0,591	0,573	0,558	0,543	0,528
	0,732	0,711	0,703	0,694	0,691
0.5	0,581	0,568	0,554	0,538	0,526
	0,722	0,703	0,696	0,687	0,683
0.6	0,568	0,564	0,552	0,536	0,522
	0,713	0,695	0,688	0,679	0,675
2	0,558	0,551	0,547	0,531	0,513
	0,705	0,687	0,678	0,671	0,667
3	0,548	0,545	0,539	0,521	0,507
	0,692	0,674	0,667	0,658	0,654
4	0,534	0,534	0,530	0,510	0,500
	0,680	0,667	0,654	0,647	0,643
5	0,524	0,525	0,522	0,500	0,491
	0,676	0,650	0,642	0,636	0,630
10	0,515	0,514	0,512	0,490	0,478
	0,662	0,639	0,630	0,620	0,617
20	0,500	0,498	0,494	0,478	0,466
	0,650	0,628	0,618	0,612	0,606
30	0,488	0,486	0,480	0,467	0,454
	0,644	0,620	0,610	0,604	0,590
40	0,480	0,472	0,466	0,462	0,450
	0,640	0,614	0,606	0,602	0,582
50	0,480	0,471	0,465	0,460	0,449
	0,640	0,612	0,605	0,601	0,581
60	0,480	0,470	0,465	0,460	0,448
	0,640	0,610	0,605	0,600	0,580

Коррозионно-электрохимическое поведение сплавов исследовалось, также, от концентрации электролита NaCl. Из таблицы 2 видно, что с увеличением концентрации хлорид-иона в электролите потенциалы коррозии и питтингообразования модифицированного барием сплава АК12М2 уменьшаются, что указывает на снижение коррозионной стойкости сплавов под воздействием хлорид-иона.

Добавки бария почти в 1,5 раза снижают скорость коррозии исходного

сплава АК12М2 независимо от концентрации электролита NaCl. Скорость коррозии сплавов с ростом концентрации хлорид-иона увеличивается (табл.3).

Таблица 2.

Изменение потенциалов (х.с.э.) питтингообразования и свободной коррозии сплава АК12М2, модифицированного барием, от концентрации электролита NaCl

Содержание бария в сплаве АК12М2, мас. %	- $E_{п.о.}$ В			- $E_{св.к.}$ В		
	0.03% NaCl	0.3% NaCl	3.0% NaCl	0.03% NaCl	0.3% NaCl	3.0% NaCl
-	0,340	0,460	0,560	0,480	0,560	0,640
0.1	0,320	0,424	0,523	0,470	0,556	0,610
0.3	0,312	0,416	0,517	0,465	0,544	0,605
0.5	0,310	0,405	0,512	0,460	0,530	0,600
1.0	0,290	0,400	0,503	0,448	0,518	0,580

Таблица 3.

Зависимость скорости коррозии сплава АК12М2, модифицированного барием, от концентрации электролита NaCl

Содержание бария в сплаве АК12М2, мас. %	Скорость коррозии					
	0.03% NaCl		0.3% NaCl		3.0% NaCl	
	$i_{корр.}$, А/м ²	$K \cdot 10^{-3}$, г/м ² ·ч	$i_{корр.}$, А/м ²	$K \cdot 10^{-3}$, г/м ² ·ч	$i_{корр.}$, А/м ²	$K \cdot 10^{-3}$, г/м ² ·ч
-	0,0083	2,78	0,0100	3,35	0,0125	4,19
0.1	0,0072	2,41	0,0090	3,01	0,0118	3,95
0.3	0,0067	2,24	0,0082	2,74	0,0113	3,78
0.5	0,0062	2,07	0,0075	2,51	0,0099	3,31
1.0	0,0058	1,94	0,0071	2,37	0,0093	3,11

Вывод

Потенциостатическим методом в потенциодинамическом режиме при скорости развёртки потенциала показано, с ростом концентрации бария в сплаве АК12М2

потенциалы коррозии и питтингообразования смещаются в положительную область, а по мере роста концентрации хлорид-иона в электролите NaCl- в отрицательную область. Сплавы, модифицированные барием, характеризуются в 1,5 раза более низким значением скорости коррозии, чем исходный сплав АК12М2. Скорость коррозии сплавов с увеличением концентрации хлорид-иона в электролите увеличивается.

Литература:

1. Каргополова Т.Б., Махмадуллоев Х.А., Ганиев И.Н., Хакдодов М.М. Барий-новый модификатор силуминов. // Литейное производство. 2001. №10. С.6-9.
2. Ганиев И.Н., Вахобов А.В. Назаров Х.М. Барий и его сплавы. –Д.: Дониш. 2001.- 211с.
3. Осими О., Ганиев И.Н., Назаров Х.М., Бердиев А.Э. Анодное поведение сплава АК12, легированного сурьмой, в среде электролита NaCl.//Изв. ВУЗов. Химия и химическая технология, 2014, Т.57. №7. С.84-87
4. Синявский В.С., Вальков В.Д., Калинин В.Д. Коррозия и защита алюминиевых сплавов. - М.: Металлургия, 1986.-368 с.
5. Эшов Б.Б., Ходжаев Ф.К. Влияние щелочноземельных металлов на анодное поведение свинца в нейтральной среде. – Вестник СибГИУ, 2017, №1 (19), С.49-53.
6. Фрейман Л.И., Макаров В.А., Брыськин Е.И. Потенциостатические методы в коррозионных исследованиях и электрохимической защите. - М.: Химия, 1972.- 240 с.
7. Бердиев А.Э., Ганиев И.Н., Гулов С.С. Силумины, модифицированные элементами подгруппы германия и стронция. Германия: Изд. дом LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011. 152с.
8. Зокиров. Ф.Ш., Ганиев И.Н., Бердиев А.Э. Анодное поведение сплава АК12М2, модифицированного барием, в среде электролита NaCl.//«Современные технологии: актуальные вопросы, достижения, инновации». Пенза, 2017, С.49-52.
9. Зокиров. Ф.Ш., Ганиев И.Н., Бердиев А.Э. Анодное поведение сплава АК12М2, модифицированного кальцием, в среде электролита NaCl. // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ). 2017, 1ч. №12(45). С.46-49.
10. Ганиев И.Н. Коррозионно-электрохимическое поведение особочистого алюминия и его сплава АК1, легированного скандием. // Журнал прикладной химии. 2004. Т. 77. № 6. С. 939-943.

ТАЪСИРИ БАРИЙ БА РАФТОРИ АНОДИИ ХҶЛАИ АК12М2

Ф.Ш. Зокиров, И.Н. Ганиев, А.Э. Бердиев, М.М. Сангов

Натиҷаҳои тадқиқоти таҷрибавии таъсири барий ба рафтори анодии ҳулаи АК12М2 дар муҳити электролитии хлориди натрий оварда шудааст. Нишон дода шудааст, ки иловаи барий суръати коррозияи ҳулаи аввалияи АК12М2-ро 1,5 маротиба кам мекунад. Бо зиёдшавии концентратсияи хлорид-ион дар электролити NaCl потенциали коррозия ва питтингҳосилкунӣ ба самти мусбӣ майл намуда, суръати коррозия зиёд мешавад.

Калимаҳои калидӣ: ҳулаи АК12М2, барий, электролити NaCl, суръати коррозия, потенциали озоди коррозия, потенциали питтингҳосилкунӣ.

INFLUENCE OF BARIUM ON THE ANODIC BEHAVIOR OF THE ALLOY AK12M2

F.Sh. Zokirov, I.N. Ganiev, A.E. Berdiev, M.M. Sangov

An experimental study of the effect of barium alloy anode behavior AK12M2 among the electrolyte sodium chloride. It is shown that the addition of barium to reduce the speed of 1.5 times the original alloy corrosion AK12M2. As the concentration of chloride ions in the electrolyte NaCl pitting corrosion potentials and shifted in the negative region, the corrosion rate increases.

Key words: AK12M2 alloy, barium, NaCl electrolyte, corrosion rate, free corrosion potential, pitting potential.

Сведения об авторах:

Зокиров Фуркатшоҳ Шахриёрович – преподаватель кафедры «Физика», ТТУ имени академика М.С. Осими, E-mail: Zokirov090514@mail.ru.

Ганиев Изатулло Наврузович – д.х.н., профессор, академик АН РТ, заведующий лабораторией Института химии имени В.И. Никитина АН РТ. Тел.: +992-93-572-88-99, E-mail: ganiev48@mail.ru

Бердиев Асадкул Эгамович – к.т.н., доцент кафедры «Естественнонаучных дисциплин» Российско-Таджикского (Славянского) университета, тел.: (+992) 91-900-72-82, E-mail: berdiev75@mail.ru

Сангов Махмадали Махмадиевич – к.т.н., доцент, декан факультета Инновационной технологии ТТУ им. ак. М.С. Осими.

ОБОГАЩЕНИЕ ФОСФОРИТНОЙ РУДЫ РИВАТСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ СОЛЯНОЙ КИСЛОТОЙ

Ф.М. Тошов, Х.З. Карамбахшев, Ш.А. Курбонов, Ш.Р. Самихов, Л.Г. Горенкова,
С.Ш. Сафаров, З.К. Мухидинов

Институт химии имени В.И. Никитина Академии наук Республики Таджикистан

В статье приведены недавно полученные результаты по обогащению фосфоритной руды месторождения Риват с помощью соляной кислоты. Показано, что соляная кислота разлагает соли фосфорной кислоты и переходит в водную фазу. Далее, образовавшаяся водная фаза легко освобождается от осадков фильтрацией и при обработке гидроокисью кальция до pH = 5.5 выпадает в осадок в виде $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, который при фильтрации и просушке содержит от 13 до 28 процентов P_2O_5 .

Ключевые слова: фосфоритная руда Риват, кислотное разложение, обогащение, образование суперфосфата.

Мировой опыт многих стран свидетельствует о том, что подъем в национальной экономике начинается с сельского хозяйства. Только систематическое внесение минеральных удобрений, и в первую очередь фосфорсодержащих, позволяет повысить продуктивность сельскохозяйственных растений более чем в два раза [1]. Фосфорсодержащие руды являются основой развития промышленности фосфорных и фосфорсодержащих концентратов, играющие важную роль в народном хозяйстве, и являются сырьевой базой для получения минеральной фосфоритной муки – главного источника повышения эффективности сельского хозяйства, в конечном итоге благосостояния народа.

Распределение мировых запасов фосфатных руд по государствам показывает, что наиболее значительные запасы оценены в США и Марокко, а также в Китае, России, Мексике, Казахстане. Общие мировые запасы фосфатного сырья можно ориентировочно оценить в 32 млрд. тонн в виде P_2O_5 (или 152 млрд. тонн руды), более 95% приходится на фосфоритное сырьё. Больше 80 % мирового ресурсо-фосфоритных продуктов служат сырьём для производства фосфорсодержащих минеральных удобрений для сельского хозяйства [2].

Химический состав фосфоритных руд характеризуется присутствием урана, Ni, Co, Cd, редкоземельных элементов (лантаноиды цериевой группы), стронция, реже отмечаются примеси Pb, V, Sc, Zr, Se и др. Их состав непостоянен и варьирует в широких

пределах (по Г. Батурину, в %): P_2O_5 — 10—30; CaO - 17-50; MgO - 0,2-4,9; Na_2O - 1,17-2,15; K_2O - 0,02-1,3; SiO_2 - 1,0-23,3; Al_2O_3 - 0,06-7,2; Fe_2O_3 - 1,0-30,6; CO_2 - 3,0-13,7; SO_3 - 0,36-6,76; F - 0,8-3,4; Сорг. - 0,2-1,9 [3].

Выявлено пять основных разновидностей апатита, слагающих промышленные фосфорсодержащие руды:

- фторапатит – $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$;
- франколит – $\text{Ca}_{10}\text{P}_{5,2}\text{C}_{0,8}\text{O}_{23,2}\text{F}_{1,8}(\text{OH})$;
- курскит – $\text{Ca}_{10}\text{P}_{4,8}\text{C}_{1,2}\text{O}_{22,8}\text{F}_2(\text{OH})_{1,2}$;
- гидроксилapatит $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$;
- карбонатапатит – $\text{Ca}_{10}\text{P}_6\text{CO}_{23}(\text{OH})_3$.

Для фосфатных минералов [4] характерен широкий диапазон замещения всех компонентов. Содержание P_2O_5 в бедных рудах 6—15%, богатых 20—27% [5].

В Таджикистане всего определено и изучено около 30 месторождений и проявлений фосфорсодержащих руд. Самым изученным фосфоритным месторождением является Риватское, которое находится на правом берегу р. Зеравшан, напротив г. Пенджикент. Балансом учтено 22 млн.т руды, прогнозные запасы составляют 60 млн. т. Фосфорсодержащие руды месторождения Риват в своем составе содержат различные элементы – микроудобрения и представляют собой слабосцементированные легкообогащаемые песчаники. Технологическими исследованиями доказана возможность получения из них фосфоритной муки и суперфосфата. Также изучены фосфориты Каратагского, Хачильерского и Исфаринского месторождений [6]. По химическому составу исходный фосфорит Ривата можно отнести к апатитным фосфоритам и состоит из: Na_2O -0,33%, MgO-1,54, Al_2O_3 -3,2, SiO_2 -65,66, P_2O_5 -6,05, SO_3 -4,76, K_2O -0,90, CaO-11,18, TiO_2 -0,15, Mn_2O_3 -0,10, Fe_2O_3 -1,06 [7].

Ранее мы сообщали о возможности переработки фосфорита из месторождения Риват методом флотации [8]. Данная работа посвящена обогащению фосфорита, доставленного из месторождения Риват химическим путем - с помощью 22-х процентной соляной кислоты. При такой обработке фосфоритного сырья P_2O_5 (вероятнее в виде H_3PO_4) все редкоземельные металлы (15 лантаноидов скандий иттрий) [9], которые

содержит исходная руда, переходят из твердой фазы в жидкую (вода).

По схеме 1 для фторапатита

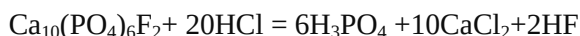


Схема 1. Разложение фторапатита соляной кислотой

Или по схеме 2 для гидроксилapatита

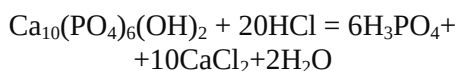


Схема 2. Разложение гидроксилapatита соляной кислотой

Или по схеме 3 для карбонатного апатита

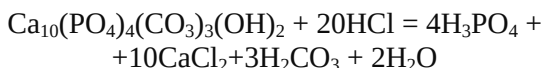


Схема 3. Разложение карбонатного апатита соляной кислотой

Карбонаты кальция и магния превращаются в хлориды металлов, сульфат кальция остаётся в осадке, а сульфат магния переходит в водную фазу по схеме 4 и 5.



Схема 4. Разложение карбоната кальция соляной кислотой



Схема 5. Разложение карбоната магния соляной кислотой

В осадке при этом остаются нерастворимые компоненты, которые в основном состоят из песка. После отделения раствора от осадка раствор обработали $\text{Ca}(\text{OH})_2$, который был получен из карбида кальция и воды по схеме 6.

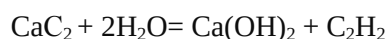


Схема 6. Образование гидроксида кальция из карбида кальция

При обработке раствора $\text{Ca}(\text{OH})_2$ температура реакционной массы была доведена до кипения, чтобы улучшить соприкосновение молекул и ускорить

процесс образования фосфорного удобрения по схеме 7 при $\text{pH} = 5.5$

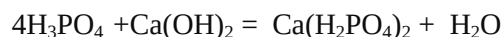


Схема 7. Образование суперфосфата из фосфорной кислоты и гидроксида кальция

Как исходное сырьё для получения $\text{Ca}(\text{OH})_2$ мы использовали три вида карбида кальция производства России, Казахстана и Таджикистана.

При обработке $\text{Ca}(\text{OH})_2$, полученного из карбида кальция, произведенного в России, процентное содержание P_2O_5 на целевом продукте было равно 28%, а при замене российского карбида на казахский и местный мы получили процентное содержание P_2O_5 18 и 13 процентов соответственно. При этом продукт извлекается на 95-98 процентов. А также редкоземельные элементы переходят в водную фазу, которые можно истолковать, как исходное сырьё для получения редкоземельных элементов [9], а оставшийся осадок, который состоит в основном из силикатов, можно использовать для изготовления водостойких блоков [10]. Образовавшийся CaCl_2 легко растворим в воде и при промывании осадка водой 2-3 раза полностью растворяется. Водный слой содержит около 2-5 процентов P_2O_5 с учетом его содержания на исходное сырьё.

Расчет для выявления процентного содержания $x_{\text{учб.}} \text{P}_2\text{O}_5$ вычисляется по формуле [11]

$$x_{\text{учб.}} \text{P}_2\text{O}_5 = \frac{100 \times 10 \times 0.6379a \times 10}{g(100 - x_2)} = \frac{63790a}{g(100 - x_2)}$$

где 0.6379 – множитель для пересчёта $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ на P_2O_5

a – вес прокалённого осадка г.

g – навеска анализируемого вещества

г,

x_2 – влажность анализируемого вещества %,

Таблица 1.
Основные результаты, полученные по обогащению и анализу фосфорита Риватского месторождения

Проба	Сырьё для получения $\text{Ca}(\text{OH})_2$	a, г	g, г	x_2 , %	$x_{\text{учб.}} \text{P}_2\text{O}_5$, %	Извлечение P_2O_5 , %
исх. руда	—	2.5	2.5	2.5	6.01	—
конц.	Россия	2.5	2.5	2.5	28	98
	Казахстан	2.5	2.5	2.5	19	96
	Таджикистан	2.5	2.5	2.5	13	95
рас-р	—	25 мл	—	—	0.2	—
Осадок	—	2.5	2.5	2.5	0.2	—

Для определения содержания влаги при анализе апатитового концентрата берут навеску около 300 г с точностью до 0.01 г в тарированную сухую фарфоровую чашку. Затем ставят ее в сушильный шкаф, снимают крышку и сушат при температуре 105-110°C до постоянного веса.

Между каждыми двумя взвешиваниями чашку выдерживают в сушильном шкафу 1 час, перед взвешиванием ее охлаждают в эксикаторе.

Выводы: Фосфоритную руду месторождения Риват можно обрабатывать с помощью соляной кислоты, при этом соли фосфорной кислоты разлагаются с образованием водорастворимой фосфорной кислоты.

При обработке водного слоя с помощью $\text{Ca}(\text{OH})_2$ до $\text{pH}=5.5$ выпадает осадок в виде $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, который содержит от 13 до 28 процентов фосфорного ангидрида.

Отходы после фильтрации можно использовать для изготовления водостойких кирпичей в перспективе, а водная вытяжка может содержать редкоземельные элементы, которые могут служить как источник сырья для их получения.

Экспериментальная часть

Все реагенты для работы были доступны в торговле со знаками чда и хч. Карбид кальция был приобретен на рынке с надписями: произведено в России, Казахстане и Таджикистане.

Ход работы по извлечению фосфорита приведен ниже

К 500 г исходной руды после тщательного дробления и измельчения приливали порциями один литр 22% раствора соляной кислоты и реакционную массу оставили на 4 часа прикомнатной температуре. Остывшая смесь до комнатной температуры была отфильтрована, а жидкую фазу нагревали до кипения, и pH раствора доведен до 5.5 с помощью $\text{Ca}(\text{OH})_2$, который был заранее приготовлен из карбида кальция и дистиллированной воды.

Образовавшийся осадок был отфильтрован и промыт водой 3 раза по 300 мл. Осадок был высушен при 105°C. Выход 105,2гр 28% P_2O_5 для карбида, произведенного в России, 153,6гр 19% для карбида, произведенного в Казахстане, и 219,5гр 13% для карбида, произведенного в Таджикистане.

Процесс определения фосфорного ангидрида в образцах.

Навеску исследуемого фосфорита 2,5 г с точностью до 0.0002 г. переносят в стакан ёмкостью 250 мл и добавляют смесь, состоящую из 30 мл соляной (плотности 1.19) и 20 мл азотной (плотности 1.2-1.4) кислот. Стакан накрывают часовым стеклом и нагревают сначала на плитке на слабом огне, а затем кипятят в течение 30 мин. Полученную смесь разбавляют два раза дистиллированной водой и фильтруют через беззольный фильтр в мерную колбу на 250 мл.

Осадок на фильтре промывают горячей водой, вначале подкисляют соляной кислотой, затем водой доводят объем до метки и тщательно перемешивают.

Далее 25 мл фильтрата переносят в стакан ёмкостью 200 мл и переливают 15 мл цитрата аммония, при этом массу нейтрализуют аммиаком в присутствии фенолфталеина.

Затем перемешивая массу, к ней добавляют 30 мл магнезиальной смеси, 15 мл 25% раствора NH_4OH и подвергают непрерывному интенсивному перемешиванию в течение 30 мин.

Содержимое стакана фильтруют через беззольный фильтр диаметром 9 см, а осадок промывают 2.5% раствором аммиака (NH_4OH) в 100 мл.

Фильтр с осадком помещают в тигель, подсушивают, озоляют и прокаливают в муфельной печи до постоянного веса, и расчеты ведут по формуле.

Содержание влаги выражают в весовых процентах по отношению к исходной навеске.

Литература:

1. Жуманов Ю. // Исследование процесса термического разложения в присутствии натриевых солей высококарбонатных фосфоритов//Диссертация, Навои.- 2014.- С.85.
2. Борисова Р.А.//Исследования возможности флотационного обогащения фосфоритовых руд Центральных Кызылкумов // Диссертация, Навои.- 2007. С. 73.
3. <http://shpargalka.kz/geografiya/him-sostav-fosforitov>, Химический состав фосфоритов.- 2012.
4. Силин И.И.//Разработка технологии повышения качества фосфоритового концентрата одного из мест месторождения РФ / Дипломная работа / Москва.- 2010.-С. 150.

5. <http://geomineral.ru/xibinskie-mestorozhdeniya-fosfora>/Хибинские месторождения фосфора.

6. Ситнова М./Минерально-сырьевая база и рынок фосфоритов в СНГ/Неделя горняка.-2007.- С.359-364.

7. Курбонов Ш.А., Ходжахон М.И., Кабгов Х, Мухидинов З.К., Абулхаев В.Дж, Самихов Ш.Р, Рахими Ф./Минералогический состав фосфоритных руд месторождений Ривати Каратаг // Доклады Академии наук Республики Таджикистан.- 2017. том 60. №7-8.- С. 349-355.

8. Самихов Ш.Р., Зинченко З.А., Курбонов Ш.А./Флотационно-химическое обогащение Таджикских фосфоритных руд // Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Иркутск.- 2017.- С.204-207.

9. Publication No. 02-189-255.The extraction and recovery of rare earth elements from phosphate using PX-107 and Chelok polymers. Florida industrial and phosphate research institute.- 2015.- pp. 31.

10. Publication No. 02-178-245Waste clay as a green building material, final report, Florida industrial and phosphate research institute.-2011.-pp.38.

11. Позин М.Е., Копылев Б.А., Тумаркина Е.С, Бельченко Г.В. Руководство к практическим занятиям по технологии неорганических веществ. Ленинград. Химия.- 1965.- С. 368.

12. Обидов З.Р, Одинаева Н.Б., Ганиев И.Н., Сафарова Ф.Р. // Высокотемпературное окисление сплава $Zn+0.5\%Al$, легированного таллием, в твердом состоянии //Политехнический вестник. Инженерные исследования. ТТУ.- Душанбе: ЧДММ «Шинос»,.- 2018.№1 (14).- С.21-25.

ҒАНИГАРДОНИИ МАЪДАНИ ФОСФОРДОРИ КОНИ РИВАТ БО КИСЛОТАИ ГИДРОГЕНХЛОРИД

**Ф.М. Тошов, Ҳ.З. Карамбахшев,
Ш.А. Курбонов, Ш.Р. Самихов,
Л.Г. Горенкова, С.Ш. Сафаров,
З.К. Мухидинов**

Дар мақола натиҷаҳои ғанигардони маъдани фосфордори кони Риват бо таъсири кислотаи гидрогенхлорид оварда шудааст. Нишон дода шудааст, ки бо таъсири кислотаи гидрогенхлорид намакҳои кислотаи фосфат таъзия шуда, ба фазаи обӣ мебароянд. Гузашта аз ин, фазаи обӣ бавучудода аз таҳшинҳои полуда осон ҷудо шуда, дар вақти

коркард бо гидрооксиди калсий то $pH = 5,5$ таҳшин ба намуди $Ca(H_2PO_4)_2$ меафтад, ки баъди полуда ва хушк кардан аз 13 то 28% P_2O_5 дорад.

Калимаҳои калидӣ: маъдани фосфордори Риват, таъзия бо кислота, ғанигардонӣ, бавучудодии суперфосфат.

ENRICHMENT OF PHOSPHATE ORE BY USING HYDROCHLORIC ACID FROM DEPOSIT OF RIVAT

**F.M. Toshov, H.Z. Karambakhshov,
Sh.A. Kurbonov, Sh.R. Samikhov,
L.G. Gorenkova, S.Sh. Safarov**

In this paper are described the results of recent study regarding the enrichment of phosphate ore by using hydrochloric acid from deposit of Rivat. There is shown, that hydrochloric acid does decompose the salts of phosphoric acid and H_3PO_4 goes into aqueous phase. Then, aqueous phase was easily filtrated from residue and treated it by calcium hydroxide until $pH = 5.5$. In this case, falls residue of $Ca(H_2PO_4)_2$, which contains from 13 to 28 percent P_2O_5 .

Key words: Phosphate ore of Rivat, acid digestion, enrichment, creation of superphosphate.

Сведения об авторах:

Тошов Фирдавс Мунавварович – аспирант Института химии АН РТ, E-mail: zarafshoni94@mail.ru, тел: +992 902 111 333.

Карамбахшов Хошим Зоиршоевич – аспирант Института химии АН РТ, E-mail: hoshim.9191@mail.ru, тел: +992 93 334 46 91.

Курбонов Шодком Ахмадбоевич – аспирант Института химии АН РТ, E-mail: Shodkom_1990@mail.ru, тел: +992 202 19 19.

Самихов Шонавруз Рахимович к.т.н. – ведущий научный сотрудник Института химии АН РТ, E-mail: samikhov72@mail.ru, тел: +992 900 19 9572.

Горенкова Людмила Григорьевна – ст. научный сотрудник Института химии АН РТ, E-mail: cafi@mail.ru, тел: +992 95 174 06 40

Сафаров Сайфидин Шахобидинович – к.х.н., вед. научный сотрудник Института химии АН РТ, E-mail: cafi@mail.ru, тел: +992 900 02 24.

Мухидинов Зайнидин Камарович – д.х.н., профессор, директор Института химии АН РТ, E-mail: zainy@mail.ru.

ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ ПРОЦЕССА ТИОКАРБАМИДНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

Ш.Р. Самихов, Х.А. Махмудов

*Институт химии имени В.И. Никитина Академии наук Республики Таджикистан
Горно-металлургический институт Таджикистана*

В статье приведено теоретические описание процесса тиокарбамидного выщелачивания золота и серебра из золотосодержащих концентратов руды месторождения Иккижелон после автоклавного окисления, включая кинетические закономерности протекания процесса, влияние продолжительности времени выщелачивания и влияние температуры. Показано, что при продолжительности процесса до шести часов в раствор извлекается 90,2% золота и 79,1% серебра, также с увеличением температуры до 363,15 К при продолжительности 1,5 час извлечения металлов достигает золота до 90,3% и серебра до 78,5%.

Ключевые слова: тиокарбамид, выщелачивание, золотосодержащий концентрат, степень извлечения, кинетика.

В последние годы в промышленной переработке золоторудных месторождений наметилась устойчивая тенденция к сокращению благоприятной для освоения минерально-сырьевой базы ресурсов. В настоящее время разведанная база россыпных месторождений близка к полному исчерпанию, а качество золотосодержащих коренных руд постоянно усложняется: возрастает доля золота, требующая для своего извлечения дополнительной эффективной обработки и значительно более сложных схем обогащения и металлургической переработки. Основным методом извлечения золота из руд является метод цианидного выщелачивания в щелочной среде.

Мешающее влияние цианидному выщелачиванию оказывают амальгамы, арсенопириты и пириты, значительно снижающие эффективность извлечения золота и серебра, вплоть до полной остановки процесса переработки. Поэтому возникает необходимость разработки новых способов извлечения ценных компонентов из упорных для цианирования руд, концентратов и техногенных отвалов, основанных на нецианистых технологиях. К таким упорным рудам относятся руды месторождения Иккижелон, которое находится на севере Республики Таджикистана.

Одним из таких способов является тиокарбамидное выщелачивание золота и

серебра, разработка которого началась в восьмидесятых годах XX века. Варианты технологии тиокарбамидного выщелачивания допускают как чановый, так и подземный способ комплексной переработки полиэлементных руд [1-4].

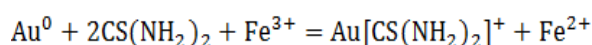
Цель исследования: изучение условий применения вариантов технологий тиокарбамидного выщелачивания для количественного извлечения золота из руд сложного вещественного состава и продуктов их переработки. Это один из способов переработки упорных руд технологического типа В. Кроме того, этот способ является альтернативой цианистому выщелачиванию золота из обычных и упорных руд и концентратов.

Вопросами возможности замены щелочных цианистых растворов другими менее токсичными и более эффективными растворителями золота и серебра и, в частности тиокарбамидным выщелачиванием институт «Иргиредмет» занимается несколько десятков лет [2].

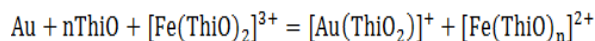
Исследованиями «Иргиредмета» установлено, что в случае использования тиокарбамида присутствие в исходных рудных материалах сульфидов сурьмы и мышьяка, некоторых других минеральных примесей не оказывает заметного депрессирующего влияния на золото при выщелачивании.

Тиокарбамид, или тиомочевина, имеет формулу $CS(NH_2)_2$, обычно обозначается в реакциях Thio. Соединения золота с тиокарбамидом растворимы в воде, обладают определенной химической устойчивостью, но несколько уступают по этой характеристике цианистым комплексам золота.

Растворение золота в тиомочевине идёт по реакции, которая выражается уравнением:



Процесс проходит в растворе кислоты, что вызвано необходимостью сохранения тиокарбамидного комплекса золота, который устойчив при $pH < 4$. Окисляющая роль Fe^{2+} связана с образованием комплекса $Fe(ThiO_2)^{3+}$ или $[Fe(SO_4)CS(NH_2)_2]^{2+}$ по реакции, выражающей уравнением:



где ThiO – тиокарбамид $\text{CS}(\text{NH}_2)_2$ [5].

Нами в лабораторных условиях проведены исследования по определению оптимального режима тиокарбамидного выщелачивания золота и серебра из флотоконцентрата месторождения Иккижелон после автоклавного вскрытия. Химический состав концентрата приведен в таблице 1. Флотоконцентрат представлен преимущественно сульфидами, минералами пирита и арсенопирита.

Таблица 1

Результаты химического анализа флотоконцентрата

Компоненты	Содержание, %
Au	47.08 г/т
Ag	340.4 г/т
Sb	0.42
Hg	0.37
Pb	0.7
Zn	0.9
S _{общ.}	14
Fe _{общ.}	15.2
Ti	0.2
Se	0.09
Te	0.07
Cu	0.33
As	1.9

Продолжительность процесса тиокарбамидного выщелачивания исследовали при постоянной концентрации тиокарбамида 16г/л, серной кислоты 14г/л и окислителя 8г/л (рис. 1, а.). как показали результаты, после двух часов в раствор переходило 66,3% золота и 57,6% серебра.

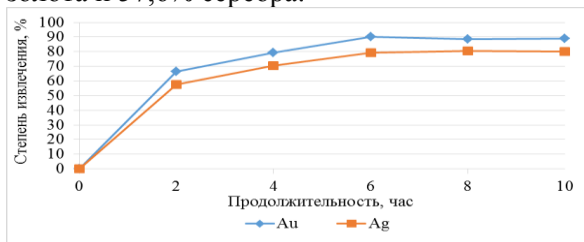


Рис. 1. Степень извлечения золота и серебра из концентрата в зависимости от продолжительности выщелачивания

При длительности процесса до шести часов степень извлечения металлов возрастает, и соответствует 90,2% золота и 79,1% серебра. Дальнейшее увеличение

продолжительности процесса до десяти часов на извлечение металлов практически не влияет.

Первым обратил внимание на увеличение скорости реакций с повышением температуры Вант-Гофф, но более точную зависимость сформулировал Аррениус [6]:

$$\ln \frac{R_2}{R_1} = \frac{\Delta E (T_2 - T_1)}{2.303R \cdot T_1 \cdot T_2} = \frac{\Delta E (T_2 - T_1)}{19.14447 \cdot T_1 \cdot T_2}$$

Нами было изучено влияние температуры на процесс тиокарбамидного выщелачивания. Диапазон температуры изменяли в пределах от 298,15 до 363,15 К, продолжительностью 90 минут. Так при 298,15 К извлечение металлов составляет: золота 39,3%, серебра 28,8%. А при 363,15 К извлечение металлов увеличивается до 90,3% золота и 78,5% серебра (рис. 2).

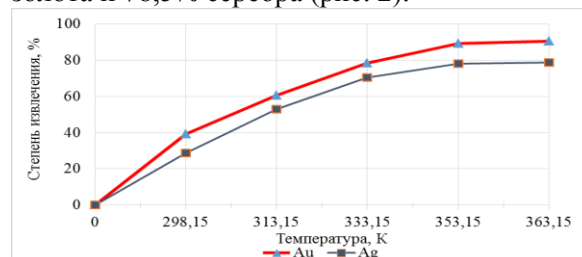


Рис. 2 Влияние температуры на процесс тиокарбамидного выщелачивания

В соответствии с формулой Аррениуса нами была рассчитана энергия активации процесса, которая составляет:

$$\begin{aligned} \Delta E_1 &= \frac{2.303R \cdot T_1 \cdot T_2}{T_2 - T_1} \ln \frac{R_2}{R_1} = \frac{2.303 \cdot 8,314 \cdot 313,15 \cdot 298,15}{15} \ln \frac{0,05}{0,0326} = 22,07 \text{ кДж/моль} \\ \Delta E_2 &= \frac{2.303R \cdot T_1 \cdot T_2}{T_2 - T_1} \ln \frac{R_2}{R_1} = \frac{2.303 \cdot 8,314 \cdot 333,15 \cdot 313,15}{20} \ln \frac{0,065}{0,05} = 11,38 \text{ кДж/моль} \\ \Delta E_3 &= \frac{2.303R \cdot T_1 \cdot T_2}{T_2 - T_1} \ln \frac{R_2}{R_1} = \frac{2.303 \cdot 8,314 \cdot 353,15 \cdot 333,15}{20} \ln \frac{0,074}{0,065} = 6,34 \text{ кДж/моль} \\ \Delta E_4 &= \frac{2.303R \cdot T_1 \cdot T_2}{T_2 - T_1} \ln \frac{R_2}{R_1} = \frac{2.303 \cdot 8,314 \cdot 363,15 \cdot 353,15}{10} \ln \frac{0,074}{0,0748} = 1,14 \text{ кДж/моль} \\ \Delta E_5 &= \frac{2.303R \cdot T_1 \cdot T_2}{T_2 - T_1} \ln \frac{R_2}{R_1} = \frac{2.303 \cdot 8,314 \cdot 363,15 \cdot 298,15}{65} \ln \frac{0,0748}{0,0326} = 11,5 \text{ кДж/моль} \end{aligned}$$

Численное значение энергии активации и зависимость скорости разложения от температуры свидетельствуют о ее протекании в диффузионной области.

Литература:

1. Самихов Ш.Р., Зинченко З.А., Бобомуродов О.М. Разработка технологии тиомочевинного выщелачивания золота и

серебра из концентратов месторождения Чоре/Цветные металлы, 2014, № 2, с. 62 – 66.

2. Бочаров В.А., Игнаткина В.А., Абрютин Д.В. Технология переработки золотосодержащего сырья.- М: Изд. Дом МИСиС, 2011, 328с.

3. Самихов Ш.Р., З.А. Зинченко, О.М. Бобомуродов. Изучение условий и разработка технологии тиомочевинного выщелачивания золота и серебра из руды месторождения Чоре/Доклады АН Республики Таджикистан, 2013, т.56, №4, с.318-324.

4. Самихов, Ш.Р., Зинченко З.А. Кинетика разложения сульфидно – мышьяковых концентратов месторождения Чоре /Вестник Таджикского технического университета, 2009, № 8, с. 21 – 24.

5. Лодейщиков В.В. Извлечение золота из упорных руд и концентратов. – М.: Недра, 1968.

6. Каковский И.А., Набойченко С.С. Термодинамика и кинетика гидрометаллургических процессов.- Алма-Ата, Наука Казахской ССР, 1986.

ОМУЗИШИ КИНЕТИКАИ РАВАНДИ ИШҚОРОНИИ ТИОКАРБАМИДӢ

Ш.Р. Самихов, Ҳ.А. Махмудов

Дар мақола маълумоти назариявии раванди ишқоронии тилло ва нукра аз концентрати тиллодори маъдани кони Иккичелон баъди оксидкунии автоклави дар маҳлули тиокарбамид, қонуниятҳои кинетикии гузариши раванд, таъсири давомнокии вақт ба ишқоронӣ ва таъсири ҳарорат оварда шудааст. Нишон дода шудааст, ки ҳангоми давомнокии раванд то шаш соат ба маҳлул то 90,2% тилло ва 79,1% нукра ҷудо мегардад,

инчунин ҳангоми баланд кардани ҳарорат то 363,15 К бо давомнокии 1,5 соат ҷудошавии металлҳо ба 90,3% тилло ва 78,5% нукра мерасад.

Калимаҳои калидӣ: тиокарбамид, ишқоронӣ, концентрати тиллодор, дараҷаи ҷудошавӣ, кинетика.

STUDY OF THE KINETICS OF THE PROCESS OF THIOCARBAMIDE LEACHING

Sh.R. Samikhov, Kh.A. Mahmudov

In this article is given theoretical description of the process of thiocarbamide leaching of gold and silver from gold-bearing ore concentrates of the Ikkizhelon deposit after autoclave oxidation, including the kinetic patterns of the process, the effect of leaching time and the effect of temperature. It is shown that with the duration of the process up to six hours, 90,2% of gold and 79,1% of silver are extracted into the solution, also with an increase in temperature up to 363,15 K with a duration of 1,5 hours of extraction of metals reaches gold to 90,3% and silver to 78,5%

Key words: thiourea, leaching, gold-containing concentrate, extraction degree, kinetics.

Сведения об авторах:

Самихов Шонавруз Рахимович – к.т.н., доцент кафедры высокомолекулярных соединений и химической технологии ТНУ, E-mail: samikhov72@mail.ru, тел.: 900199572

Махмудов Хасанбой Ахматджонович – аспирант кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых», ГМИТ. e-mail: obogatitel_0903@mail.ru.

УДК 629.113.012.5.004

ВЕРОЯТНОСТНО-СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПРОБЕГ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГОРНЫХ КАРЬЕРОВ

А.М. Умирзоков, А.А. Саилов, А.Х. Абаев*, А.Л. Бердиев, Ф.И. Джобиров**.**

Таджикский национальный университет

**Горский государственный аграрный университет*

***Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

В работе приведены методы моделирования влияния факторов, определяющих безотказность и долговечность шин большегрузных автомобилей-самосвалов в экстремальных условиях эксплуатации. Обоснованы применения вероятностно-статистической оценки влияния факторов на пробег автомобильных шин в сложных дорожно-климатических условиях эксплуатации, а также целесообразность использования метода функций случайных аргументов.

Ключевые слова: автомобиль, шина, методы моделирования, безотказность, долговечность, экстремальные условия, Большегрузные автомобили самосвалы, метод вероятностно-статистической оценки, метод функций случайных аргументов.

Из большого разнообразия факторов, определяющих ресурс шин большегрузных автомобилей, эксплуатируемых в сложных дорожно-климатических условиях, немаловажным фактором выступает вероятностный

характер внешних воздействий на колеса автомобиля. Строго говоря, все факторы, определяющие ресурс шин большегрузных автомобилей, эксплуатируемых в сложных дорожно-климатических условиях, всегда имеют вероятностный характер или колеблются случайным образом. Несмотря на это, основным фактором, формирующим сложный стохастический характер внешних воздействий на автомобиль при выполнении им транспортных работ в условиях строительства высокогорных гидротехнических сооружений, выступает колебание тягового сопротивления автомобиля, которое обусловлено следующими факторами: неравномерность крутящего и тормозного моментов, а также скорости движения автомобиля, сложность рельефа местности, профиля дороги и состояния дорожного покрытия, случайность распределения нормальной нагрузки по осям и колесам автомобиля, а также частоты маневров и др.

При выполнении транспортных работ в условиях высокогорных карьеров, колебания сил сопротивления большегрузного автомобиля можно разделить на две категории [2]:

-высокочастотные (кратковременные периодические колебания с периодом $T \leq 1...2$ с и незначительной амплитудой), которые преодолеваются инерцией масс большегрузного автомобиля и практически не сказываются на колебания его тягового сопротивления;

-низкочастотные (колебания с периодом $T \geq 1...2$ с), обусловленные в основном совместным проявлением вышеназванных факторов, которые существенно сказываются на колебаниях тягового сопротивления автомобиля. К ним относятся: неравномерность крутящих моментов на колесах, скорость движения автомобиля, сложный рельеф местности, профиль дороги и экстремальное состояние дорожного покрытия, случайное распределение нормальной нагрузки по осям и колесам автомобиля, а также частота маневров и др.

При вероятностном характере внешних воздействий на колеса автомобиля контакт между шиной и дорожным полотном осуществляется в нестабильном и динамичном режиме, что в значительной мере способствует развитию и ускорению процесса изнашивания. Скорость изнашивания автомобильной шины зависит от значения коэффициента вариации крутящего момента на колесе и тягового усилия автомобиля.

Можно предположить, что коэффициент вариации колебаний внешних воздействий (крутящего момента), приложенных на колеса автомобиля, может находиться в пределах 10 – 15 % в зависимости от сложности условий эксплуатации (увеличивается с повышением нагрузки) и при этом скорость износа протектора шины увеличивается до 10%. Оценка влияния колебаний внешних воздействий, определяющих динамику взаимодействия автомобильной шины с дорожным полотном, в зависимости от объема выборки, характера протекания процесса, состояния исследуемого объекта и других факторов, осуществляется несколькими методами, основанными на теории вероятностей. Три из них можно рекомендовать для адекватной оценки влияния внешних воздействий на выходные показатели большегрузного автомобиля-самосвала, в частности для оценки процесса взаимодействия автомобильной шины с дорожным полотном, учитывая его вероятностный характер:

-метод аппроксимации внешней нагрузки периодической функцией типа синусоидов с определенными значениями амплитуды и периода колебаний [2];

-метод разложения периодической функции в ряды Фурье [3];

-вероятностно-статистический метод основан на учете действия множеств случайных факторов, которые характеризуются устойчивой частотой [1].

Первый метод, предложенный академиком В.Н. Болтинским для моделирования действия неустановившейся внешней нагрузки на сельскохозяйственный агрегат с использованием периодической функции при фиксированных значениях амплитуды A_m и периода T_m колебаний, можно применять для моделирования действия неустановившейся внешней нагрузки (крутящего момента, мощности) на колеса большегрузного автомобиля:

$$M_t(t) = \bar{M}_k + A_m \sin mt = \bar{M}_k(1 + 0,5\delta_m \sin mt), \quad (1)$$

где $\bar{M}_k = 0,5(M_{max} + M_{min})$ – среднее значение момента сопротивления на колесах автомобиля;

$A_m = 0,5\bar{M}_k \delta_m$ – амплитуда колебаний;

$\delta_m = 2A_m/\bar{M}_k$ – степень неравномерности величины M_k ;

$m = 2\pi/T_m$ – частота периодического колебания;

T_m – период колебаний величины M_k ;

$$M_{\max} = \bar{M}_k(1 + 0,5\delta_n) \text{ и } M_{\min} = \bar{M}_k(1 - 0,5\delta_n)$$

– максимальное и минимальное значения момента сопротивления на колесах автомобиля.

Второй метод предлагает оценку влияния внешних воздействий по методу разложения периодической функции в ряды Фурье, сущность которого заключается в следующем: если периодическая функция $f(t)$ с периодом T_0 удовлетворяет условиям Дирихле, то ее можно аппроксимировать выражением:

$$f(t) = A_0 + \sum_{k=1}^{\infty} (A_k \cos k\omega_0 t + B_k \sin k\omega_0 t), \quad (2)$$

где A_0 – постоянное слагаемое (среднее значение функции);

k – порядок внешней гармоник ($k = 0; 1; 2; \dots; \infty$);

A_k и B_k – коэффициенты тригонометрического ряда Фурье;

$\omega_0 = 2\pi/T_0$ – круговая частота основной гармоник;

t – период основной гармоник, равный периоду функции;

Коэффициенты A_0 , A_k и B_k определяются из выражений:

$$\begin{aligned} A_0 &= \frac{1}{T_0} \int_{-T_0/2}^{T_0/2} f(t) dt; \\ A_k &= \frac{2}{T_0} \int_{-T_0/2}^{T_0/2} f(t) \cos \omega_0 t dt; \\ B_k &= \frac{2}{T_0} \int_{-T_0/2}^{T_0/2} f(t) \sin \omega_0 t dt. \end{aligned} \quad (3)$$

Для достижения требуемой точности и упрощения оценки влияния внешних воздействий на автомобильную шину по второму методу во многих случаях достаточно рассматривать первые 10...12 гармоник периодической функции $f(t)$.

Работу автомобильного колеса или режим качения автомобильной шины можно также оценить комплексным вероятностно-статистическим методом с помощью аналитических зависимостей по детерминированным (стендовым) характеристикам автомобиля.

Для определения мощности автомобиля или крутящего момента на колесах автомобиля в эксплуатационных условиях можно применить формулу, предложенную профессором С.И. Иофиновым [1]:

$$N^3 = N_3 \lambda_d \lambda_t \lambda_v, \quad (4)$$

где N_3 – эксплуатационная мощность автомобиля по стендовой (детерминированной) характеристике;

λ_d – динамический коэффициент (предложен академиком В.Н. Болтинским), который учитывает снижение мощности автомобиля в неустановившихся нагрузках;

λ_t – временной коэффициент, который учитывает снижение мощности автомобиля, вызванное износом, регулировками и старением;

λ_v – вероятностный коэффициент, который учитывает изменение мощности автомобиля, вызванное вероятностным характером факторов, определяющих пробег шины большегрузных автомобилей в условиях высокогорья.

При вероятностно-статистической оценке влияния факторов на пробег автомобильных шин в сложных дорожно-климатических условиях эксплуатации целесообразно пользоваться методом функций случайных аргументов, при котором входная x и выходная y переменные величины определяются детерминированной функциональной зависимостью $y_i = f(x)$, устанавливаемой в процессе аппроксимации типовой (стендовой) характеристики автомобиля.

Вероятностный характер факторов, влияющих на работу автомобильной шины x_i , выходные переменные y_i представляют собой случайные величины, количественные характеристики которых, в общем случае, рассчитываются по следующим формулам:

– среднее значение

$$\bar{y} = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) \varphi(x) d(x); \quad (5)$$

– дисперсия

$$D(y) = \int_{-\infty}^{\infty} [f(x) - \bar{y}]^2 \varphi(y) d(x); \quad (6)$$

– среднее квадратическое отклонение (стандарт)

$$\sigma_y = [D(y)]^{1/2}; \quad (7)$$

– коэффициент вариации

$$v_y = \sigma_y / \bar{y}. \quad (8)$$

Следует отметить, что низкочастотные составляющие эксплуатационных и дорожно-климатических факторов изменяются по нормальному закону распределения $y = f(x)$, плотность распределения вероятностей которого рассчитывается из выражения

$$\varphi(x) = (\sigma_x \sqrt{2\pi})^{-1} \exp\left[-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma_x^2}\right], \quad (9)$$

где $\bar{x}$, σ_x и σ_x^2 – соответственно среднее значение, стандарт и дисперсия случайной величины x .

Таким образом, для получения основных оценок надежности и долговечности шин большегрузных автомобилей с учетом вероятностно-статистического характера факторов, влияющих на пробег шин, необходимо установить законы распределения входных $\varphi(x)$ и выходных $\varphi(y)$ переменных, а также

функции связи $f(x)$, входящие в выражения (5) ... (9).

Вывод

1. Факторы, относящиеся к эксплуатационным и дорожно-климатическим группам и определяющие ресурс шин большегрузных автомобилей в условиях высокогорных карьеров, имеют сложное комплексное воздействие.

2. При моделировании влияния факторов на пробег автомобильной шины в качестве оценочного показателя можно использовать крутящий момент на полуосях автомобиля (мощность автомобиля в эксплуатационных условиях).

3. Мощность автомобиля в эксплуатационных условиях, связанная с вероятностным характером воздействия факторов, определяющих пробег автомобильной шины, изменяется в обратной пропорциональности к росту коэффициента вариации.

4. Потеря мощности, связанная с ростом вероятностного характера воздействия факторов, в значительной степени расходуется на изнашивание автомобильной шины.

Литература:

1. Агеев Л.Е., Бахриев С.Х. Эксплуатация энергонасыщенных тракторов. - М.: Агропромиздат, 1991. - 271 с.
2. Болтинский В.Н. Теория, конструкция и расчет тракторных и автомобильных двигателей. - М.: Сельхозгиз, 1962. - 392 с.
3. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. - М.: Издательство «Наука». Главная редакция физико-математической литературы, 1977. - 832с.

БАҲОДИҲИИ ЭҲТИМОЛӢ-ОМОРИИ ТАӢСИРИ ОМИЛӢО, КИ ГАШТИ ШИНАӢОИ АВТОМОБИЛИРО ДАР ШАРОИТӢОИ ИСТИФОДАБАРИ ДАР КАРӢЕРӢОИ БАЛАНДКӢӢ МУАЙЯН МЕКУНАД

*А.М. Умирзоков, А.А. Саилов, А.Х. Абаев,
А.Л. Бердиев, Ф.И. Чобиров*

Дар мақола услубҳои моделсозии таъсири омилҳои оварда шудаанд, ки радиопазирӣ ва бақодории шинаҳои автомобилҳои худборфарори борбардориаш зиёдро дар шароитҳои вазнини истифодабарӣ дар баландкӯҳ муайян месозад. Истифодабарии услуби баҳодиҳии эҳтимолӣ-омории таъсири омилҳои беруна ба роҳи тайкардаи шинаҳои автомобил дар шароитҳои вазнини

роҳу иқлимӣ, инчунин ба мақсад мувофиқ будани интихоби услуби функсияҳои аргументҳои тасодуфӣ барои баҳодиҳии эҳтимодияти шинаҳои автомобилӣ асоснок карда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: автомобил, шина, услубҳои моделсозӣ, радиопазирӣ, бақодорӣ, шароитҳои экстремалӣ, автомобилҳои худборфарори борбардориашон зиёд, услуби баҳодиҳии эҳтимолӣ-оморӣ, услуби функсияҳои аргументҳои тасодуфӣ.

PROBABILISTIC AND STATISTICAL ASSESSMENT OF THE IMPACT OF THE FACTORS INFLUENCING RUN OF CAR TIRES IN THE CONDITIONS OF MOUNTAIN PITS

*A.M. Umirzokov, A.A. Saibov, A.H.
Abayev, A.L. Berdiyev, F.I. Jobirov.*

In work methods of modeling of influence of the factors defining reliability and durability of tires of heavy-duty dump trucks in extreme operating conditions are resulted. The application of the probabilistic and statistical estimation of the influence of factors on the mileage of automobile tires in complex road and climatic conditions of operation is substantiated, and also the expediency of using the method of functions of random arguments.

Key words: car, tire, modeling methods, reliability, durability, extreme conditions, heavy vehicles dump trucks, probabilistic-statistical estimation method, method of random arguments functions.

Сведения об авторах:

Умирзоков Ахмад Маллабоевич – к.т.н., доцент кафедры «Физика твердых тел» ТНУ, автор более 60 научных статей. E-mail: ahmad.umirzokov@mail.ru.

Саилов Абдуназар Алиевич – к.т.н., доцент кафедры «Физика твердых тел» ТНУ, автор более 75 научных работ. E-mail: nazar-009@mail.ru.

Абаев Александр (Алик) Хасанович – к.т.н., заведующий кафедрой «Ремонт машин и технология металлов» автомобильного факультета Горского Государственного аграрного университета и доцент кафедры «Организация безопасности дорожного движения» юридического факультета СКГМИ (ГТУ). Автор 71 опубликованных научных трудов, 7 изобретений, 4 учебных и 19 методических пособий. E-mail: al.abaev@yandex.ru.

Бердиев Алишер Лукмонович – ст. преп. каф. «Эксплуатация автомобильного транспорта» ТТУ имени академика М.С.

Осими, автор 30 научных статей 3 изобретений. E-mail: alik8405@mail.ru.

Джобиров Фируз – ст. преп. кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта»

ТТУ имени академика М.С. Осими, автор 10 научных статей. E-mail: jodirov.firuz@mail.ru.

УДК 629.113.012.5.004

КЛАССИФИКАЦИЯ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПРОБЕГ ШИН В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГОРНЫХ КАРЬЕРОВ

*А.М. Умирзоков, А.А. Саилов, Ф.И. Джобиров**, А.Х. Абоев*, А.Л. Бердиев***

Таджикский национальный университет

**Горский государственный аграрный университет*

***Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими*

В статье приведены классификации факторов, влияющих на пробег шин большегрузных автомобилей в условиях высокогорных карьеров. Анализированы степень и характер влияния основных факторов, определяющих безотказность и долговечность шин в экстремальных условиях эксплуатации.

Ключевые слова: *автомобиль, шина, высокогорные карьеры, классификация факторов, экстремальные условия, безотказность и долговечность шины, вероятностный характер внешних воздействий на автомобильную шину.*

Единственным элементом автомобиля, непосредственно имеющим контакт с поверхностью дороги, является шина. В зависимости от конструкторско-технологических особенностей, эксплуатационных режимов и дорожно-климатических условий динамика процесса взаимодействия шины с дорожным полотном бывает простой, средней и сложной. Что касается характера взаимодействия шины большегрузного самосвала с карьерной дорогой в условиях высокогорья, ее однозначно можно отнести к категории сложной, зависящей от большого числа разнообразных факторов, которые варьируют в довольно широких пределах. При этом нужно принимать во внимание и тот факт, что в процессе эксплуатации большегрузных автомобилей-самосвалов в условиях высокогорных карьеров проявляются новые факторы, существенно отличающиеся от нормальных условий эксплуатации автомобилей. К таким факторам можно отнести вероятностный характер внешних воздействий на колеса автомобиля, особенности дорожного покрытия, своеобразный профиль дороги, состояние погрузочной площадки и др. Эти факторы условно можно разделить на три группы: конструкторско-технологические, эксплуатационные и дорожно-климатические (рис. 1).

Конструкторско-технологические факторы по составу и характеру влияния на ресурс шин карьерных автомобилей принципиально не отличаются от тех, которые эксплуатируются на равнинных дорогах. Однако их воздействие дополнительно усугубляется сложностью эксплуатации автомобилей в высокогорных карьерах [1].

Из дорожно-климатических факторов, характерных для эксплуатации автомобилей в условиях Республики Таджикистан и существенным образом влияющих на ресурс большегрузных карьерных автомобилей, можно выделить температуру окружающей среды.

Резина является термопластичным материалом. Повышение температуры до 100⁰С снижает прочность ее межмолекулярных связей в 2–3 раза. Температура шин большегрузных автомобилей, эксплуатируемых в высокогорных карьерах Республики Таджикистан, обычно в летнее время, превышает 60-градусной отметки. Это было подтверждено исследованиями температуры поверхности шин 18.00-25 автомобилей БелАЗ – 7540 при работах на строительстве Рогунской ГЭС в Республике Таджикистан.

В ходе экспериментальных исследований, проведенных в августе 2015 года, на высоте 1200 м над уровнем моря, при температуре окружающего воздуха $t_{воз} = +39^{\circ}\text{C}$, измерения температуры поверхностей шин были произведены высокотемпературным пирометром DT-9862 с оптическим разрешением 50:1. При этом диапазон колебания температуры поверхности шин составил от $t_{min} = +41,1^{\circ}\text{C}$ до $t_{max} = +62,1^{\circ}\text{C}$, при $t_{cp} = +52,4^{\circ}\text{C}$.

Наибольшее число факторов, определяющих ресурс шин большегрузных автомобилей при эксплуатации в условиях высокогорных карьеров, являются эксплуатационными. Одним из значимых эксплуатационных факторов является внутреннее

давление шины. Большегрузные автомобили, работающие на строительстве гидротехнических сооружений и карьерах, большую

часть пути маршрута проходят в порожном состоянии без нагрузки [1].



Рис. 1. Классификация факторов, влияющих на ресурс шин большегрузных автомобилей-самосвалов, эксплуатируемых в условиях высокогорных карьеров.

Однако нормальное давление шины для них устанавливается из расчета полной массы автомобиля. Характер износа шин большегрузных самосвалов, эксплуатируемых в условиях высокогорных карьеров, показывает, что нормированное давление внутри шины, установленное заводом-изготовителем (575 кПа, ± 25 кПа, при нагрузке на

шину 8750 кг) не в полной мере учитывает условия их реальной эксплуатации [2].

По признаку управляемости факторы, влияющие на ресурс шин большегрузных автомобилей-самосвалов, эксплуатируемых в условиях высокогорных карьеров, уместно разделить на три категории: полностью управляемые, частично управляемые и неуправляемые (рис. 2).



Рис.2. Классификация факторов, влияющих на ресурс шин большегрузных автомобилей-самосвалов, эксплуатируемых в условиях высокогорных карьеров по признаку управляемости.

Классификация по признаку управляемости существенно отличается от классификации по причинно-следственному признаку. Несмотря на отличия эти две классификации имеют неимоверное практическое значение для установления путей снижения износа шин [2].

К наиболее значимым факторам, определяющим ресурс шин большегрузных автомобилей, эксплуатируемых в высокогорных карьерах, можно отнести категории эксплуатационных и дорожно-климатических факторов по причинно-следственному признаку, а по признаку управляемости – час-

тично управляемые и неуправляемые факторы [1].

По результатам экспериментов можно утверждать, что в названных условиях наравне с разными причинами выхода из строя шин большегрузных автомобилей нередко наблюдается износ и крошение протектора шины в ее центральной части, что несомненно является результатом избыточного давления внутри шины. Известно, что давление воздуха или его плотность внутри шины зависит от температуры окружающего воздуха, а также нагрузочного и скоростного режимов работы автомобиля. В результате повышается избыточное давление внутри шины и её соприкосновение с дорожным полотном происходит только центральной частью, что приводит к износу по средней полосе протектора [2].

Выводы

Классификация факторов, влияющих на ресурс шин большегрузных автомобилей-самосвалов по конструкторско-технологическим, эксплуатационным и дорожно-климатическим признакам, а также по признаку управляемости факторов, систематизирована с учетом особенностей их эксплуатации в условиях высокогорных карьеров.

В обеих классификационных системах (рис. 1 и 2) выделены и установлены факторы, имеющие важное значение для формирования ресурса шин большегрузных автомобилей-самосвалов, эксплуатируемых в условиях высокогорных карьеров, например, такие факторы как структура надежности элементов системы ВАДС, вероятностный характер внешних воздействий на колеса автомобиля.

Литература:

1. Захаров Н.С. Влияние условий эксплуатации на долговечность автомобильных шин. - Тюмень: ТюмГНГУ, 1997. - 139 с.
2. Кнороз В.И., Кленников Е.В. Шины и колеса.-М.: «Машиностроение», 1975.-184с.

ТАСНИФИ ОМИЛҲОЕ, КИ ГАШТИ ШИНАҲОРО ДАР ШАРОИТИ КАРЙЕРҲОИ БАЛАНДКЌҲ МУАЙЯН МЕКУНАД

**А.М. Умирзоков, А.А. Саилов, А.Х. Абаев,
Ф.И. Чобиров, А.Л. Бердиев**

Дар мақола таснифи омилҳое оварда шудаанд, ки ба гашти шинаҳои автомобилҳои борбардориашон зиёди дар шароити карьерҳои баландкўҳ истифодашаванда таъсир мерасонанд. Андоза ва тавсифи таъсири омилҳои асосӣ зери таҳлил қарор дода

шудааст, ки раднопазирӣ ва бақодории шинаҳои автомобилро дар шароитҳои истифодабарии экстремалии истифодабарӣ муайян месозад.

Калимаҳои калидӣ: автомобил, шина, карьерҳои баландкўҳ, синфбандии омилҳо, шароитҳои экстремалӣ, раднопазирӣ ва бақодории шинаҳо, тавсифи эҳтимолияти таъсири қувваҳои беруна ба шинаи автомобил.

CLASSIFICATION OF THE FACTORS INFLUENCING A RUN OF BUSES IN THE CONDITIONS OF MOUNTAINS PITS

**A.M. Umirzokov, A.A. Saibov, F.I. Dzhobirov,
A.H. Abayev, A.L. Berdiyev.**

The article gives the classification of factors affecting the mileage of heavy-duty truck tires in high-mountain quarries. The degree and nature of the influence of the main factors determining the reliability and durability of tires under extreme operating conditions are analyzed.

Key words: car, tire, high mountain careers, classification of factors, extreme conditions, trouble-free and durable tires, the probabilistic nature of external influences on the car tire.

Сведения об авторах:

Умирзоков Ахмад Маллабоевич – к.т.н., доцент кафедры «Физика твердых тел» ТНУ, автор более 60 научных статей. E-mail: ahmad.umirzokov@mail.ru.

Саилов Абдуназар Алиевич – к.т.н., доцент кафедры «Физика твердых тел» ТНУ, автор более 75 научных работ. E-mail: nazar-009@mail.ru.

Абаев Александр (Алик) Хасанович – к.т.н., заведующий кафедрой «Ремонт машин и технология металлов» автомобильного факультета Горского Государственного аграрного Университета и доцент кафедры «Организация безопасности дорожного движения» юридического факультета СКГМИ (ГТУ). Автор 71 опубликованных научных трудов, 7 изобретений, 4 учебных и 19 методических пособий. E-mail: al.abayev@yandex.ru

Бердиев Алишер Лукмонович – ст. преп. кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта» ТТУ имени академика М.С. Осими, автор 30 научных статей 3 изобретений. E-mail: alik8405@mail.ru.

Джобиров Фируз – ст. преп. кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта» ТТУ имени академика М.С. Осими, автор 10 научных статей. E-mail: jodirov.firuz@mail.ru.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ ИМПУЛЬСНОГО ВАРИАТОРА ТИПА «ИВА»

А.Х. Бабаева

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Статья посвящена исследованию и определению оптимальной надежности конструкции питающих устройств. Определены показатели ремонтпригодности импульсного вариатора типа «ИВА» и коэффициент готовности.

Ключевые слова: надежность, питающие устройства, ремонтпригодность, узел.

Для разработки оптимальной надежной конструкции питающих устройств, работающих в условиях хлопкозаводов, разработана методика экспериментальных исследований. При этом надежность питающих устройств оценивается их работоспособностью во времени. Поскольку невозможно предусмотреть все обстоятельства, приводящие к нарушению работоспособности элементов и узлов питающих устройств, нельзя и предсказать ни момент, ни место появления неисправности.

Сведения о неисправности не всегда позволяют выявить причины ее возникновения и определить способы их предупреждения в дальнейшем. В результате при оценке надежности приходится иметь дело с большим количеством факторов случайных событий, для изучения которых используется теория вероятностей и математическая статистика.

С учетом вышеизложенного в условиях хлопкозаводов методика исследования и выявления оптимальной конструкции, питающих устройств должна включать следующее:

- источники и методы сбора информации о надежности питающих устройств;
- планирование объемов испытаний, необходимых для получения количественных характеристик надежности с вероятной оценкой их точности.

Согласно поставленной нами задаче, обработка данных для времени восстановления импульсного вариатора типа «ИВА» (времени замены) аналогична обработке данных для времени безотказной работы (срок службы).

Вариационный ряд времени восстановления с общим числом данных $n=34$ нанесен на вероятностную бумагу логарифмически нормального закона распределения времени восстановления (замены) импульсного вариатора типа «ИВА».

Результаты обработки данных представлены в таблице 1 и на рисунке 1. Сходимость теоретических и эмпирических данных проверена для времени восстановления и по критерию Колмогорова.

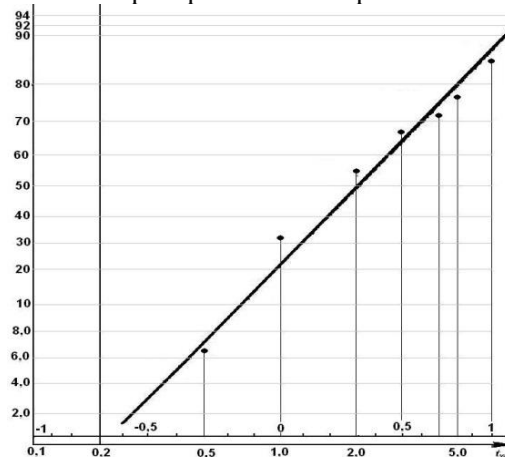


Рисунок 1. Выравнивание ряда случайных значений времени восстановления логарифмически-нормальной бумаге

Экспериментальные данные согласуются с теоретическими данными удовлетворительно.

Функцию, определяющую вероятность восстановления (замены) импульсного вариатора «ИВА» за время $t_в$, можно записать в виде формулы:

$$F(t_в) = \frac{\Phi[(\lg t_в - \lg \hat{T}_в)]}{\sigma_{lg}}, \quad (1)$$

где Φ – символ табулированной функции Лапласа;

$\hat{T}_в$ – медианное значение случайной величины;

σ_{lg} – среднеквадратичное отклонение логарифма случайной величины.

Медианное значение времени восстановления $\hat{T}_в$ представляет собой время, за которое импульсный вариатор типа «ИВА» будет заменен с вероятностью 0,5. Следовательно, для определения $\hat{T}_в$ достаточно провести на вероятностной бумаге горизонталь с ординатой 50 % и найти абсциссу точки пересечения горизонтали с прямой, выравнивающей эмпирическую функцию.

Таблица 1.

Время восстановления (замены) t_{ei} , час	Накопленная частность $F_{iy} = \frac{i - 0,5}{n}$	Время восстановления (замены) t_{ei} , час	Накопленная частность $F_{iy} = \frac{i - 0,5}{n}$
0,5	0,0144	2	0,5146
0,5	0,0444	2	0,5440
0,5	0,0735	2	0,5734
0,5	0,1029	3	0,6028
0,5	0,1323	3	0,6322
1	0,1617	3	0,6616
1	0,1911	3	0,6910
1	0,2205	4	0,7204
1	0,2499	4	0,7498
1	0,2787	5	0,7792
1	0,3081	5	0,8086
1	0,3385	6	0,8380
1	0,3676	7	0,8868
1	0,3970	8	0,9262
1	0,4264	9	0,9556
1	0,4564	10	0,9850
1	0,4852		

Для определения величины σ_{lg} следует провести горизонталь с ординатой 15,9 % до пересечения ее с выравнивающей прямой. Разность чисел по оси абсцисс равна искомой величине, т.е.:

$$s_{lg} = \lg \hat{T}_a - \lg t_a 0,059$$

Среднее значение времени восстановления или математическое ожидание величины, распределенной по логарифмически нормальному закону, определяется из выражения:

$$\lg T_a = \lg \hat{T}_a + 1,156^2 \lg$$

Доверительные границы для математического ожидания величины, распределенной по логарифмически нормальному закону, определены по формулам. Значения параметров функции распределения и доверительные 80 %-ные интервалы приведены в таблице 2.

Таблица 2

№	Импульсный вариатор типа «ИВА»	
1.	Медиана, час	2
2.	С.К.О. логарифма случайной величины	1,3
3.	Математическое ожидание, т, час	4

Плотность вероятности распределения случайной величины логарифмически

нормального распределения определяется формулой:

$$f(t_a) = \frac{0,434}{\sigma_{lg} t_a} \varphi \left[\frac{\lg t_a - \lg \hat{T}_a}{\sigma_{lg}} \right] \quad (2)$$

где φ – символ табулированной функции Гатесса.

С помощью формулы (2) построим кривую плотности вероятности времени восстановления (замены) «ИВА», что соответствует вариационному ряду (рисунок 2). Кривая аппроксимирует гистограмму и иллюстрирует характер распределения случайных значений времени восстановления (замены) импульсного вариатора типа «ИВА».

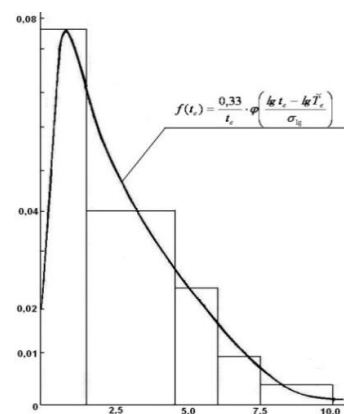


Рисунок 2. Гистограмма и выравнивающая кривая логарифмически нормального распределения времени замены импульсного вариатора типа «ИВА»

Определение коэффициента готовности. В установившемся режиме эксплуатации коэффициент готовности находят из выражения:

$$K_z = \frac{T}{T + T_g} \quad \text{или} \quad K_z = \frac{1}{1 + \frac{T_g}{T}}$$

$$K_z = \frac{2480}{2480 + 4}$$

Выводы

1. С помощью графоаналитического метода выравнивания вариационных рядов времени для безотказной работы установлено, что вероятность безотказной работы до замены импульсного вариатора типа «ИВА» описывается экспоненциальным законом, а время восстановления – логарифмически нормальным законом. Получены эмпирические зависимости для определения срока службы и восстановления (замены) импульсного вариатора типа «ИВА» в течение заданного промежутка времени.

2. Установлены следующие фактические показатели эксплуатационной надежности импульсного вариатора типа «ИВА»:

- срок службы «ИВА» $T_{cl}=2480$ часов;
- среднее время замены $T_g=4$ часа;
- коэффициент готовности $K_z=0,95$.

3. Построен график, позволяющий определить вероятность отказа в заданный промежуток времени.

Литература:

1. Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных. М.: Колос, 1973.
2. Длин А.М. Математическая статистика в технике. Изд. 3, переработанное. М.: Советская наука, 1958.

3. Колмогоров А.Н. Теория вероятностей и математическая статистика (сб. статей). М.: Наука, 1986.

4. Кокушин Н.Н. и др. Основы теории надежности. ГОУВПО СПбГТУРП. СПб., 2011. 77 с.

5. Мальцев Б.Ф. Импульсные вариаторы. М.: Машгиз. 1963.

6. Матвеевский В.Р. Надежность технических систем. М., 2002. 113 с.

МУАЙЯНКУНИИ НИШОНДИХАНДАҲОИ ЭЪТИМОДНОКИИ ВАРИАТОРИ ИМПУЛСИИ НАМУДИ «ИВА»

А.Х. Бабаева

Мақола ба тадқиқ ва муайянкунии эътимоднокии муносиби констурсияи дастгоҳҳои истифодабарӣ бахшида шудааст. Нишондиҳандаҳои таъмирпазари вариатори импулсии намуди «ИВА» ва коэффитсиенти омодагӣ муайян карда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: эътимодноқӣ, таъмирпазирӣ, узел.

DETERMINATION OF RELIABILITY INDICATORS OF A PULSE VARIATOR OF THE "IVA" TYPE

A.Kh. Babaeva

This article is devoted to the study and definition of the optimal design of reliability of supply devices. For solving of the problem the technique of experimental research is offered. Indices of maintainability of pulse variator type "IVA" and availability are identified.

Keywords: reliability, power supply units, maintainability, assembly.

Сведения об авторе:

Бабаева Адлия Халимджановна – к.т.н., и.о. доцента кафедры «Детали машин и дорожно-строительные машины», тел.: 918-64-17-55.

УДК 69.002.51

НОВОЕ СМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭКСКАВАТОРА

Е.И. Кромский, С.В. Кондаков, К.З. Тиллов, Х.И. Кадырова

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Технический колледж ТТУ имени академика М.С. Осими

В статье описаны процессы уплотнения грунта различными механизмами. Разрушение дорожного покрытия происходит в результате неустойчивости основания дороги. Эти дефекты являются последствием нарушений, связанных с процессом технологии

уплотнения грунта и применения существующей строительно-дорожной техники. Небольшие нарушения превращаются в опасные деформации дороги, в результате чего снижается скорость движения транспортных средств и приводит к большим экономическим

ким затратам. Предложена конструкция конусного раскатчика на базе гусеничного экскаватора для глубокого уплотнения основания автомобильных дорог.

Ключевые слова: оборудования для глубокого уплотнения грунта, конусный рабочий орган гусеничного экскаватора, воздухоудаляющий, воздухозапрессовочный.

Изучая дефекты покрытий автодорог, можем не погружаясь в серьезный анализ, сформулировать вывод-недостатки проезжей части дороги – это заложенные дефекты в основании. Основным фактором ненадежности проезжих частей и невысокого качества автомобильных дорог считается строительство дорог с довольно мягким основанием. Бетонный слой дороги, опирается на нетвёрдое основание, поэтому дефекты отражаются на поверхности через несколько недель в худшем случае, а несколько месяцев – в лучшем случае [1].

Обычное уплотнение грунта осуществляется на приборе СоюздорНИИ (удары гирей массой 2,5 кг, спускающейся с высоты 30 см; уплотнение осуществляется в три слоя). Чтобы сравнить с другими странами, в том числе США, масса уплотняющего груза составляет 4.5 кг, а высота падения - 45см, уплотнение образца проводят в пять слоев. Поэтому показатели высоких качеств зарубежных автодорожных сетей получают за счет оптимального уплотнения грунта и получения более плотной структуры [2].

Грунт – это композиционный состав, его свойства определяются соотношением его фазы от составляющих; минеральные частицы твердых тел (Т) жидкообразной фазы (Ж) и воздуха (Г).

Технология уплотнения грунта - это сближение твердых частиц между собой (Т) и удаление из него максимального количества жидкости (Ж) и газа (Г).

При использовании нынешней уплотняющей технологии (внешняя нагрузка к грунту сверху прилагается) часть жидкости и газа передвигается вниз, т.е. запрессовывается в глубину уплотняемого грунта, образуя в итоге неустойчивую подвижную механическую структуру. Повышение усилия сжатия (увеличение массы и мощности оборудования) создает лишь повышение компрессионного сжатия газа (Г) и возникновения перепрессовочных трещин, т.е. работа будет сопровождаться браком [3].

Опыты показывают, что для приобретения более плотной структуры уплотнения грунта необходимо, чтобы предел защемляе-

мого газа находился в диапазоне 4...6%. При таком количестве газа грунт будет обладать минимальными водопроницаемостью, распуханием, морозным вспучиванием, а также максимальным коэффициентом устойчивости и противодействием сдвигу. Если количество защемляемого газа больше 6%, то структурный состав грунта будет неустойчивый и под влиянием эксплуатационных нагрузок доуплотняется и произойдет осадочный процесс [5-6].

Назначение новой технологии сформировать условия для наибольшего удаления газа из уплотняемого грунта. Эта технология называется *воздухоудаляющей*, а нынешняя *воздухозапрессовочной*.

В строительных работах существуют способы и методы устройства котлованов и скважин без удаления грунта. Для выполнения этих работ применяются механизмы (рабочее оборудование машин) в виде формы многотонных конусообразных по форме грузов, либо раскатчиков в виде винта [7].

В первом методе используются простые формы конструкции, но этот способ малопроизводителен. Во втором методе производительность больше, чем в первом, но конструктивная форма винтового раскатчика – это практически вал-штопор с применением нескольких катков конической формы разного диаметра - сложна и потребуются сложные устройства защиты (уплотнителей) от проникновения абразивных частиц грунта в подшипники катков в момент их работы.

Предлагаем оборудование на базе гусеничного экскаватора для раскатки скважин и котлованов, представляющее в себе достоинство существующих технических решений и доведение до минимума указанных выше недостатков.

Оборудование состоит из гидравлического экскаватора с рабочим органом 1, гидромотором 2, траверсов 3 (рис. 1).



Рис.1. Конусный раскатчик на базе гидравлического экскаватора

Рабочее оборудование (рис. 2) состоит из конусообразного корпуса 4, опорных подшипников 5 и 6, вала коленчатого 7, противовеса 8 и шнека 9.

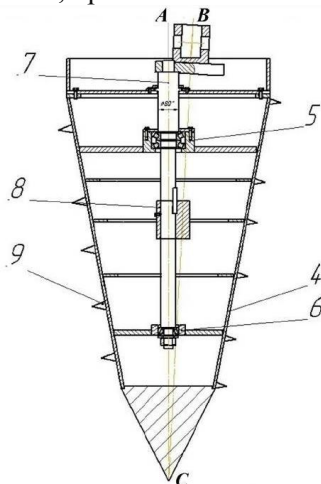


Рис. 2 Конусный раскатчик (рабочий орган)

Диаметр котлована (рис. 3) больше, чем диаметр рабочего оборудования на два размера эксцентриситета.

Винтовой раскатчик создает условия для уплотнения грунта конусообразной формой корпуса при его продольном перемещении и погружается за счет винтовых элементов, создающих требуемое тяговое усилие.

Затем на подготовленные котлованы вновь засыпаем грунтом. В качестве заполнителя можно использовать щебень или песок.

На рис. 3 изображено, что предельный зазор между корпусом раскатчика и стенкой котлована равен: $D-d=2e$, где: d – диаметр раскатчика, D – диаметр котлована, e – эксцентриситет коленвала. Постоянный зазор между корпусом раскатчика и стенкой котлована даёт возможность воздуху выходить из зоны уплотнения грунта, создавая условия уплотнения наилучшим образом.

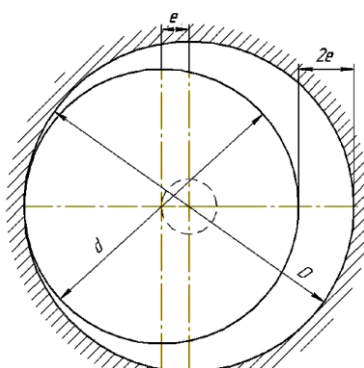


Рис.3. Схема раскатки котлована (вид сверху)

Особенностью предлагаемой структуры является требование: ось вращения гидравлического двигателя (А) пересекается с осью коленчатого вала (В) на конце конуса (С). В этой ситуации в процессе работы конец конуса распределителя перемещается в горизонтальном направлении.

Чтобы понять процесс уплотнения новым рабочим органом, надо проверить силовой баланс над усилием подачи P_n и силы сопротивления погружения конуса во время внедрения в грунт.

Силовой баланс определяется формулой:

$$P_n = P_1 = P_2$$

где, P_1 – сила сопротивления грунта сжатию; P_2 – сила трения грунта по поверхности конуса.

Общие сопротивления уплотнения грунта зависят от угла раскатчика и свойств грунта. Исследователи в Саратовской области [8] установили рациональную величину угла конуса в $\alpha = 25-30$ град.

Для данного рабочего органа принят угол конуса $\alpha = 30$ градусов, диаметр конуса по окружности конструктивно примем 0,8 м, а высота конуса определена по формуле:

$$H = \frac{d}{2} \cdot \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}$$

Если радиус кривошипного привода коленвала равен 50 мм, тогда диаметр верхней отметки котлована составляет 900 мм.

Проанализируем качение рабочего органа диаметром 800 мм по окружности диаметром 900 мм (внутренняя обкатка). Различие длины окружности составляет $3,14(900-800)=314$ мм, т.е. возникает вращение рабочего органа в относительном порядке. Один оборот раскатчика завершится за 9 оборотов коленчатого вала: $3,14 \cdot 900 / 314 = 9$.

Если на наружной поверхности раскатчика изготовить резьбу с шагом 100 мм, то самозавинчивание раскатчика на глубину 1500 мм осуществится за 135 оборотов коленчатого вала: $9 \cdot 1500 / 100 = 135$.

Если коленчатый вал вращается со скоростью 270 об/мин, то время углубления раскатчика в грунт составит: $135 / 270 = 0,5$ минут, или 30 секунд.

Рабочий цикл раскатчика на изготовление одного котлована составляет примерно 1 минуту.

Ширина уплотненной зоны составляет примерно 1800 мм.

Уплотненная полоса имеет ширину 1800 мм, а при двухмодульном раскатчике – 3600 мм. За смену двухмодульный раскатчик может уплотнять полосу 3,6 м на длине 0,8 км.

Ранее [5] был показан суммарный крутящий момент, который нужно приложить к валу, чтобы заставить катиться конусное устройство.

$$M = 0,266 \cdot Q \cdot 1,55 \sqrt{1 - \frac{\sigma^2}{E} \tan \frac{\alpha}{2}} H \cdot M \quad (1)$$

где Q – внешняя сила, приложенная к вертикальной оси водила H .

σ -коэффициент Пуассона и E – модуль упругости композиционных уплотняемых материалов (в данном случае грунт).

Мощность привода для вращения водила конусного устройства составляет:

$$N = M \cdot \omega = M \frac{n\pi}{30} \kappa B m \quad (2)$$

где n – число оборотов вала (водила) в минуту.

Опытами доказано, что несущая способность земляного полотна с уплотненными стенками вертикальных конусообразных скважин повышается в 2...2,5 раза [9-10].

Изготовление нового рабочего органа для раскатки котлована возможно не только на машиностроительных заводах, но и в ремонтно-механических мастерских дорожно-эксплуатационных организаций (ДРСУ), поэтому можно ожидать уже в ближайшее время переход отрасли на новую технику и технологию.

Выводы.

Рассмотрены принципиальные схемы внедренных машин и механизмов для глубокого уплотнения грунтов и дана сравнительная оценка предложенного усовершенствованного конусного рабочего органа, отличающегося более высокой надежностью работы и менее энерго- и металлоёмким.

Теоретическая мощность рабочего органа, определённая для конуса диаметром 0,8 м и высотой 1,5 м, составила $N_{\text{теор}}=6,9$ кВт, что говорит о высокой эффективности представленного технологического процесса.

Увеличение плотности грунта на 20-25%, уменьшение поры в грунт и увеличение его несущей способности 1,5-2 раза весьма возможно с применением данного рабочего органа.

Литература:

1. Бурукин А. Ю. Технология регулирования процессов глубинного уплотнения

слабых оснований земляного полотна // г. Новосибирск-2013-144 с.

2. Нормативная документация / Уплотнение грунтов обратных засыпок в стесненных условиях строительства / Госстрой СССР // Москва Стройиздат 1981

3. Миронов В.С. Технология и оборудование для глубокого трамбованного грунта / В.С.Миронов, П.Я.Фадеев. В.Я.Фадеев, М.С. Мандрик // Строительные и дорожные машины. – 2015.– № 8.– С.2–4.

4. Н. Я. Хартута. Ю. М. Васильев Прочность, устойчивость и уплотнение грунтов земляного полотна автомобильных дорог/ Транспорт, 1975-278 с.

5. ВНИИЦентр, Разработка теории расчета основных параметров импульсно-волнового прессования композиционных материалов. / Отчет НИР, ч. II, ВНИИЦентр, №ГР-01.980004703 Инв. №02. 990003671; Челябинск, ЮУрГУ, 1999.

6. Смородинов М. И. Основания и фундаменты. /Справочник по общестроительным работам. 1974

7. Гуменский Б.М., Новожилов Г.Ф. Тиксотропия грунтов и ее учет при строительстве автомобильных дорог, и мостов. /М., Автотрансиздат, 1961.

8. Черкасов И.И. Механическое свойство грунтов в дорожном строительстве. /М., 1976 г.

9. Massarsch, K. R. & Fellenius, B. H., Vibratory Compaction of Coarse-Grained Soils. /Canadian Geotechnical Journal, Vol. 39. 2001 No. 3, 25 p.

10. Horton R, Ankeny M D and Allmaras R R, 1994 Effects of compaction on soil hydraulic properties. In Soil Compaction in Crop Production Eds. B D Soane and C van Ouwerkerk. pp. 141-165. Elsevier, Amsterdam.

ТАҶҲИЗОТИ НАВИ ИВАЗКУНАНДАИ ЭКСКАВАТОРИ ГИДРАВЛИКӢ

Е.И. Кромский, С.В. Кондаков, Қ.З. Тиллов, Ҳ.И. Қодирова

Дар мақола раванди мустаҳкамкунии хок бо меҳнзмҳои гуногун навишта шудааст. Вайроншавии рӯйпӯши роҳ дар ҳолати мустаҳкам набудани таҳкурсии роҳ ба вучуд меояд. Ин нуқсон дар натиҷаи нодуруст иҷро намудани раванди технологияи мустаҳкамкунии хок ва истифодаи техникаҳои сохтмонию роҳсозии мавҷуда пайдо мешавад. Вайроншавии хурд ба деформатсияи ҳатарноки роҳ табдил меёбад, ки дар натиҷа ба паст шудани суръати ҳаракати нақлиёт ва ҳарчи иқтисодии калон

оварда мерасонад. Конструкцияи паҳнкунадаи конусшакл дар базаи экскаватори тасмачарх барои амиқтар мустаҳкам намудани таҳкурсии роҳҳои автомобилгард оварда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: таҷҳизот барои амиқтар мустаҳкамкунии хок, олоти кории конусшакли экскаватори тасмачарх, ҳавохориқунӣ, ҳавопахшкунӣ.

NEW INTERCHANGEABLE EQUIPMENT HYDRAULIC EXCAVATOR E. I. Kromsky,

E.I. Kromsky, S.V. Kondakov, K.Z. Tilloev, H.I. Kodirova

In the article describes the processes of soil compaction by various mechanisms. Destruction of the road surface occurs as a result of the non-stability of the road foundation. These defects are a consequence of violations associated with the process of soil compaction technology and the use of existing road construction equipment. A Small violations turn into dangerous deformations of the road, as a result of which the speed of movement of vehicles decreases and leads to great economic costs. The construction of a cone rocker based on a crawler excavator is proposed for deep compaction soil of motor roads.

Keywords: equipment for deep soil compaction, tapered working part of a crawler excavator, air removal, compressed air.

Сведения об авторах:

Кромский Евгений Ильич – к.т.н., доцент кафедры «Колёсные и гусеничные машины» Южно-Уральского государственного университета. Область научных интересов – разработка новых, и модернизация существующих дорожно-строительных машин. ekromskiy@mail.ru. Тел. +79507255805; 8(351)2679927.

Кондаков Сергей Владимирович – д.т.н., профессор кафедры «Колёсные и гусеничные машины» Южно-Уральского государственного университета, Область научных интересов – колёсные и гусеничные машины. tanksv@mail.ru.

Тиллоев Кудратулло Зувайдуллоевич – аспирант кафедры «Колёсные и гусеничные машины» Южно-Уральского государственного университета. Область научных интересов – строительные и дорожные машины. kudratullo.tilloev@bk.ru Тел. +79822962001.

Кадырова Хаида Ибрагимовна – соискатель кафедры «Технология» Технического колледжа ТТУ имени академика М.С. Осими. Тел. 992934477650.

ОЦЕНКА СОСТАВЛЯЮЩИХ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА РЫНКА УСЛУГ ПАССАЖИРСКОГО АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

М.И. Исмоилов, П.Д. Ходжаев

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье дана оценка составляющих ресурсного потенциала рынка услуг пассажирского автомобильного транспорта на современном этапе. Авторы считают, что пассажирское автотранспортное предприятие, как сложная система, представляет собой комплекс структурных подразделений, действующих на отдельной территории. В связи с этим анализ функционирования ПАТП следует провести с учетом анализа возможностей для достижения конечного результата. На основе анализа литературных источников авторами доказано, что ресурсный потенциал РУПАТ – это система, имеющая фондовые, технические, финансово-сбытовые, трудовые, дорожные, информационно-инновационные ресурсы, которые обеспечивают устойчивый рост данного рынка в будущем. Кроме того, в структуру ресурсного потенциала РУПАТ следует включать вышеуказанные ресурсы, образующие самостоятельные категории с учетом

влияния внешних и внутренних факторов на формирование и развитие конкурентной среды.

Ключевые слова: ресурсный потенциал, рынок, услуга, пассажирский автомобильный транспорт, фондовый потенциал, технический потенциал, финансово-сбытовой потенциал, трудовой потенциал, дорожный потенциал, информационно-инновационный потенциал.

В нынешних условиях в Республике Таджикистан целью каждого пассажирского автомобильного транспорта (ПАТП) является достижение необходимого преимущества перед другими конкурентами путем использования самых эффективных средств. Данная цель достигается при наличии определенного конкурентного преимущества с учетом эффективного использования ресурсных потенциалов. Пассажирские автотранспортные предприятия, которые планируют и поддерживают высокий потенциал своего

развития, как показывает опыт зарубежных стран, устойчиво оказываются сильными, прибыльными и уважаемыми. Работа пассажирского автотранспортного предприятия в условиях рыночных отношений зависит от достоверной информации об изменениях и рационального использования ресурсных потенциалов с учетом удовлетворения потребителей транспортных услуг. Имея оперативную информацию, участники рынка услуг пассажирского автомобильного транспорта (РУПАТ) могут своевременно оценить рыночную ситуацию и оценить свои потенциальные возможности. Вместе с тем, следует учитывать оперативное реагирование на всевозможные изменения во внешней среде ПАТП.

В процессе функционирования РУПАТ ни одно ПАТП не имеет возможности без взаимодействия с окружающей средой. Любое взаимодействие происходит в результате приобретения транспортных ресурсов или оказания отдельных видов услуг. Вследствие этого важными считаются анализы и оценки современного состояния ресурсного потенциала РУПАТ, а также нахождения приемлемой интерпретации данного определения.

Автор работы [7, с.75] считает, что «на РУПАТ потребность в объективной и обоснованной информации о состоянии экономического субъекта очень велика, но применение стандартных методик оценки состояния предприятия предполагает использование большого количества показателей, характеризующих структуру активов, источников финансирования и их соотношения. Такой подход не позволяет комплексно управлять предприятием. Необходим новый подход, основанный на «принципе действующего предприятия», обеспечивающий не только оценку ресурсного потенциала предприятия, но и уклонный его рост».

В литературных источниках имеется множество определений «ресурсный потенциал организации», «ресурсный потенциал предприятия», но отсутствует определение «ресурсный потенциал рынка услуг пассажирского автомобильного транспорта».

Первоначально следует уточнить определение ресурсного потенциала. «По современному словарю иностранных слов «ресурсы» взято из французского слова *ressources*, которое означает средства, запасы, возможности, источники чего-либо» [6, с. 529]. «Потенциал» взято от латинского слова «*potential*», которое означает «сила, мощь».

В.В. Ковалев [3, с. 263] «предполагает выделение четырех видов ресурсов: земля, капитал, труд, предпринимательство. С позиции оценки ресурсного потенциала предприятия как способности выполнять предусмотренный технологический процесс и генерировать требуемые результаты».

Автор работы [3, с. 263] «подразделяет все ресурсы на три группы: материально-техническая оснащённость рынка транспортных услуг; оборотные активы рынка транспортных услуг; трудовые ресурсы рынка транспортных услуг. Именно эти три вида ресурсов, объединяясь в производственно-технологическом процессе, обеспечивают достижение заданных целевых установок рынка транспортных услуг».

Следует отметить, что материально-техническая оснащённость уточняет взаимодействие участников РУПАТ и обеспечивает получение прибыли в требуемых объемах.

Оборотные средства считаются важным компонентом технологического процесса. Трудовые ресурсы отличаются от материальных необходимостью их вознаграждения и поощрения по результатам работы.

М.В. Мельник и Е.Б. Герасимова [4, с. 61] считают, что «ресурсный потенциал - это совокупность ресурсов организации, обеспечивающих непрерывность и эффективность ее деятельности. Авторы отмечают, что рациональное использование персонала организации является неперенным условием, обеспечивающим бесперебойный производственный процесс и успешное выполнение производственных планов. Особое внимание авторский коллектив уделяет основным фондам, которые являются одним из важнейших факторов производства. При этом участникам рынка транспортных услуг важно представлять их состав, объем производственных фондов и объем прочих фондов».

При этом важным условием организации перевозочного процесса считается материально-техническое снабжение его ресурсами: ГСМ, энергией и т.д.

Автор работы [4, с. 61] считает, что «предпочтительным является интенсивное, а не экстенсивное их использование (т.е. более полное вовлечение ресурсов в производственную деятельность, жесткий контроль качества производства, предотвращающий неоправданный перерасход ресурсов в производстве, поскольку это связано с существенными дополнительными затратами)».

Вместе с тем, при оценке ресурсного потенциала следует проанализировать трудовые ресурсы, основные производственные фонды и материальные затраты

А.Н. Петрова [8, с.76] доказывает, что «анализ ресурсного потенциала предприятий может включать следующие основные аспекты: анализ производственно-хозяйственной деятельности и эффективности использования ресурсов. Анализ имущественного транспортного комплекса. Финансовый анализ».

Пассажирское автотранспортное предприятие, как сложная система, представляет собой комплекс структурных подразделений, действующих на отдельной территории. В связи с этим анализ функционирования ПАТП следует провести с учетом анализа возможностей для достижения конечного результата. Следовательно, можно выделить следующие экономические задачи ПАТП:

- функционирование ПАТП в нынешних отношениях должно учитывать перспективу;

- ресурсный потенциал РУПАТ должен измеряться количественно и качественно;

- ресурсный потенциал РУПАТ должен учитывать будущие предпосылки.

Авторы работ [9, с. 136] считают, что «успех в этой борьбе также определяется количеством этих ресурсов и способностью участников мобилизовать их в нужный момент». Важно отметить, что определение ресурсного потенциала РУПАТ создает предпосылки изучения экономического потенциала, производственного потенциала, рыночного потенциала, финансового потенциала, технического потенциала, инновационного потенциала и конкурентного потенциала ПАТП.

А.Д. Шеремет [11, с.163] считает, что «производственный потенциал это максимально возможный выпуск продукции по качеству и количеству в условиях эффективного использования всех средств производства и труда, имеющихся в распоряжении предприятия. Максимально возможный - это значит при достигнутом и намеченном уровне техники и технологии, а также при полном использовании ресурсов, при передовых формах организации производства и стимулировании труда. В отличие от производственной мощности производственный потенциал предприятия характеризуется оптимальным в конкретных условиях научно-технического прогресса использованием всех

производственных ресурсов как применяемых, так и потребляемых. В свою очередь, автор отмечает, что совокупный резерв повышения эффективности производства в организациях характеризуется разницей между производственным потенциалом и достигнутым уровнем выпуска продукции».

В.В. Ковалев [3, с.273] считает, что «экономический потенциал это способность предприятия достигать поставленные перед ним цели, используя имеющиеся у него материальные, трудовые и финансовые ресурсы. Кроме того, для формализованного описания экономического потенциала можно основываться на бухгалтерском потенциале как имущественном положении коммерческой организации (имущественный потенциал) и ее финансовое положение (финансовый потенциал)».

Х.А. Фасхиев и Е.В. Попова считают, что «конкурентный потенциал предприятия – это потенциальная способность разрабатывать, производить, сбывать конкурентоспособную продукцию, то есть товары, превосходящие по качественным и ценовым характеристикам аналоги и пользующиеся более приоритетным спросом у потребителей» [10, с. 53-68].

Е.В. Попов, «рассматривая маркетинговую деятельность организации, характеризует категорию рыночного потенциала как совокупность средств и возможностей организации в реализации рыночной деятельности. Сущность рыночного потенциала автор представляет в виде максимальной возможности использования организацией всех передовых наработок в области маркетинга. А рыночный потенциал в укрупненном плане является суммой методических, человеческих, материальных и информационных ресурсов, обеспечивающих рыночную деятельность» [5, с. 41-42].

А.И. Алексеева, Ю.В. Васильев, А.В. Малеева, Л.И. Ушвицкий считают, что «следует рассмотреть экономический потенциал во взаимосвязи с производственными отношениями, которые возникают между отдельными работниками, трудовым коллективом, управленческим аппаратом организации с ее внешней средой в целом по поводу полного использования их возможностей и способностей к производству товаров, работ и оказанию услуг. К важнейшим составляющим экономического потенциала, по их мнению, следует отнести рыночный потенциал, производственный потенциал, финансовый

потенциал. Авторский коллектив характеризует рыночный потенциал максимальным объемом реализации товара при определенном уровне обеспеченности ресурсами и представляет собой меру использования производственного потенциала. Под производственным потенциалом организации, на их взгляд, понимаются отношения, возникающие в организации для достижения максимально возможного производственного результата при наиболее эффективном использовании интеллектуального капитала, имеющейся техники, материальных ресурсов» [1, с. 444].

Автор работы считает, что «финансовый потенциал организации, по мнению авторов, представляет собой отношения, которые возникают в организации для достижения максимально возможного финансового результата при условии: наличия собственного капитала, достаточного для выполнения условий ликвидности и финансовой устойчивости; возможности привлечения капитала в необходимом объеме для реализации эффективных инвестиционных проектов; рентабельности вложенного капитала; наличия эффективной системы управления финансами обеспечивающей прозрачность текущего и будущего финансового состояния» [1, с. 444].

М.А. Бендилов, Е.Ю. Хрусталева [2, с. 6] считают, что «инновационный потенциал - организованная совокупность взаимосвязанных условий и ресурсов (материальных, финансовых, кадровых, информационных, интеллектуальных и иных), обеспечивающих, с одной стороны, воспроизводство существующей научно-технической и технологической базы и возможность осуществления инновационной деятельности, а также возможность расширенного воспроизводства НИС и ее инфраструктуры».

Необходимо подчеркнуть в течение отчетного периода происходят существенные изменения в стоимостной оценке отдельных видов ресурсов по причинам не зависящим от ПАТП (индексация, инфляция) или изменения в материально-технической базе. Вследствие этого для обоснованности выводов по результатам анализа необходимо обеспечить сопоставимость исходной информации, или же целесообразно выполнять анализ эффективного использования ресурсных потенциалов РУПАТ на начало планового периода. Важно отметить, что элементы ресурсного потенциала имеют такие принципы как техническая база,

квалификация, опыт и объем знаний. Однако ресурсному потенциалу РУПАТ свойственны отдельные характеристики. Данные системные характеристики оценивают качества ресурсного потенциала РУПАТ.

Основным принципом развития составляющего ресурсных потенциалов РУПАТ является оценка возможностей поставленных перспективных целей системы управления. В качестве составляющих системы можно включить нематериализованные средства оказания услуг, предметы труда или высококвалифицированный персонал, которые обеспечивают нормальный перевозочный процесс. Все вышеуказанные ресурсы предприятий в совокупности позволяют своевременно реализовать поставленные цели. Вместе с тем, располагая средствами производства, кадрами, зданиями, сооружениями и другими ресурсами, участники РУПАТ в состоянии удовлетворять спрос населения на пассажирские автотранспортные услуги.

В нынешних условиях ресурсы ПАТП можно подразделять на две категории. Первую категорию образуют узловые элементы в подсистемах РУПАТ. К данным элементам можно отнести кадры как социальная составляющая и технические ресурсы как материально-вещественная составляющая предприятия. Вторую категорию образуют прочие ресурсы, которые опосредуют потоки событий ПАТП. Таким образом, в структуру ресурсного потенциала РУПАТ следует включать вышеуказанные ресурсы, образующие самостоятельные категории с учетом влияния внешних и внутренних факторов, влияющих на формирование и развитие конкурентной среды.

Важно отметить, что решение проблемы ограниченности ресурсов РУПАТ требует проведения специального исследования с учетом всех элементов ресурсного потенциала. Следует отметить, что успешное развитие РУПАТ в перспективном плане напрямую зависит от рационального использования всех видов ресурсов. Мы считаем, что ресурсный потенциал РУПАТ следует рассматривать с учетом следующих ее основных составляющих (рис. 1). На основе анализа литературных источников выяснили, что «ресурсный потенциал РУПАТ – это система, имеющая фондовые, технические, финансово-сбытовые, трудовые, дорожные, информационно-инновационные ресурсы, которые обеспечивают устойчивый рост данного рынка в будущем».

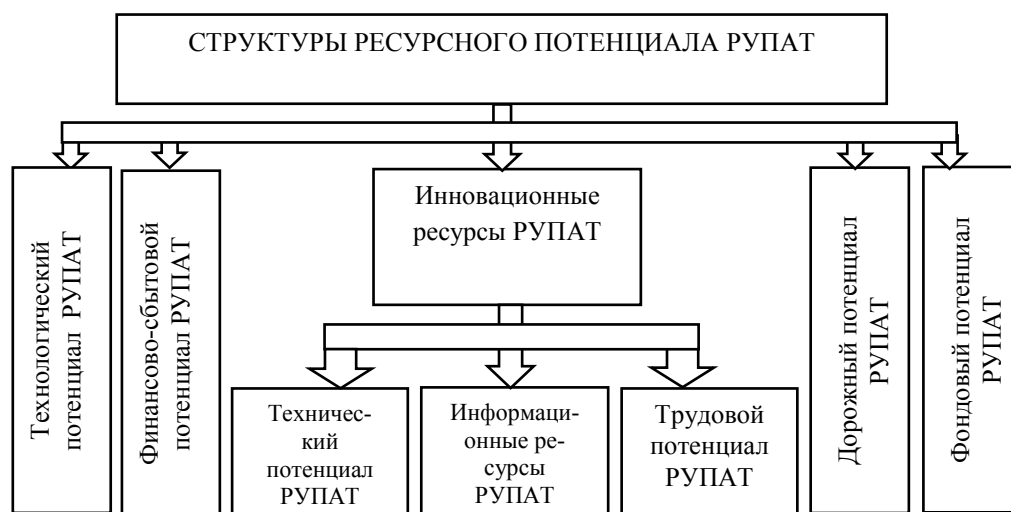


Рисунок 1. Структура ресурсного потенциала рынка транспортных услуг

Важно отметить, что для своевременного реагирования на быстроменяющиеся рыночные условия ПАТП должно анализировать конъюнктуру рынка, запросы поставщиков и потребителей. В конечном итоге, ПАТП должно обеспечивать эффективное развитие РУПАТ за счет рационального применения ресурсных потенциалов.

Литература:

1. Алексеева А.И., Васильев Ю.В., Малеева А.В., Ушвицкий Л.И. Комплексный экономический анализ хозяйственной деятельности: учебное пособие. - М.: КНОРУС, 2007. - 672 с.
2. Бендиков М.А., Хрусталева Е.Ю. Методологические основы исследования механизма инновационного развития в современной экономике // Менеджмент в России и за рубежом. — 2007. — № 2. — С.6.
3. Ковалев В.В. Финансовый анализ: методы и процедуры. - М.: Финансы и статистика, 2002. - 560 с.
4. Мельник М.В., Герасимова Е.Б. Анализ финансово-хозяйственной деятельности предприятия: учеб. пособие. - М.: ФОРУМ; ИНФРА-М, 2011. - 192 с.
5. Попов Е.В. Рыночный потенциал предприятия. — М.: Экономика, 2002. - 559 с.
6. Современный словарь иностранных слов: ок. 20 000 слов. - М.: Рус. яз., 1992. — 740 с.
7. Сосненко Л.С. Анализ экономического потенциала действующего предприятия. - М.: «Издательский дом «Экономическая литература», 2004.
8. Стратегический менеджмент / Под ред. А.Н. Петрова. — СПб.: Питер, 2008. — 496 с.
9. Томпсон-мл. Артур. А., Стрикленд III А.Дж. Стратегический менеджмент: концепции и ситуации для анализа / пер. с англ. - 12-е изд. - М.: Изд. дом «Вильямс», 2009. - 928 с.
10. Фасхиев Х.А., Попова Е.В. Как измерить конкурентоспособность предприятия // Маркетинг в России и за рубежом. - 2003. - № 4. - С. 53-68.
11. Шеремет А.Д. Теория экономического анализа: учебник. - 2-е изд., доп. - М.: ИНФРА-М, 2005. - 366 с.

БАҲОДИҲИИ ЗЕРТАРКИБҲОИ ИҚТИДОРИ ЗАХИРАВИИ БОЗОРИ ХИЗМАТРАСОНИИ НАҚЛИЁТИ АВТОМОБИЛИИ МУСОФИРБАР ДАР ШАРОИТИ МУОСИР

М.И. Исмоилов, П.Д. Ходжаев

Дар мақола баҳодиҳии зертаркибҳои иқтисодии захиравии бозори хизматрасонии нақлиёти автомобилии мусофирбар дар шароити муосир доир шудааст. Муаллифон чунин меҳисобанд, ки муассисаи нақлиёти автомобилӣ ҳамчун низомии мураккаб маҷмуи сохтореро дар бар мегирад, ки дар ҳудуди алоҳида фаъолият мекунад. Бинобар ин таҳлили фаъолияти муассисаҳои нақлиёти автомобилии мусофирбар бояд бо назардошти имкониятҳои он барои гирифтани натиҷаи ниҳоӣ гузаронида шавад. Дар асоси таҳлили адабиёт муаллифон исбот намуданд, ки иқтисодии захиравии бозори хизматрасонии нақлиёти автомобилии мусофирбар низоме ҳисобида мешавад, ки дорои захираҳои фондӣ, техникаӣ, молиявӣ, меҳнатӣ, роҳӣ ва иттилоотӣ инноватсионӣ буда, рушди устувори он бозорро дар оянда таъмин месозанд. Ҳамзамон ба зерсохтори иқтисодии

захиравии бозори хизматрасонии наклиёти автомобилии мусофирбар захирахое дохил мешаванд, ки таъсири омилҳои дохили ва берунаро ба ташаккул ва рушди муҳити рақобатпазирӣ нишон медиҳанд.

Калимаҳои калидӣ: иқтидори захиравӣ, бозор, хизматрасонӣ, наклиёти автомобилии мусофирбар, иқтидори фонди, иқтидори техникӣ, иқтидори молиявӣ, иқтидори меҳнатӣ, иқтидори роҳӣ, иқтидорӣ иттилоотию инноватсионӣ.

ASSESSMENT OF THE COMPONENTS OF THE RESOURCE POTENTIAL OF THE MARKET OF THE PASSENGER AUTOMOBILE TRANSPORT SERVICES AT THE PRESENT STAGE

M.I. Ismoilov, P.D. Khodzhayev.

The article assesses the components of the resource potential of the market for passenger road transport services at the present stage. The authors believe that the passenger motor transportation enterprise as a complex system is a complex of structural units operating in a separate territory. In this regard, the analysis of the functioning of the PAP should be carried out taking into account the analysis of the possibilities for achieving the final result. Based

on the analysis of literary sources, the authors proved that the resource potential of RUPAT is a system that has stock, technical, financial and sales, labor, road, information and innovation resources that ensure sustainable growth of this market in the future. In addition, the structure of the resource potential of RUPAT should include the above resources, forming independent categories, taking into account the influence of external and internal factors on the formation and development of the competitive environment.

Keywords: resource potential, market, service, passenger road transport, stock potential, technical potential, financial and sales potential, labor potential, road potential, information and innovation potential.

Сведения об авторах:

Исмоилов Махмуд Исокович – ст. преп. кафедры «Организация перевозок и управление на транспорте». Контактная информация: тел: 919140113, электронная почта mahmud_7@inbox.ru

Ходжаев Парвиз Давронович – д.э.н., профессор, Таджикский государственный университет коммерции. Контактная информация: тел: 938607503.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДИНАМИКИ АВТОМОБИЛИЗАЦИИ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ОБСТАНОВКУ ГОРОДА ДУШАНБЕ

М.Ю. Юнусов, А.С. Фохаков, Б.Ж. Мажитов

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье рассматривается негативное влияние экологических факторов автотранспортных средств на окружающую среду в г. Душанбе. Анализированы и выявлены характерные особенности горного региона, а также оценено влияние автомобильного транспорта на экологическую обстановку города Душанбе. Предложена методология оценки технического требования к изучению необходимости проведения детального научно обоснованного и глубокого анализа экологических факторов автотранспортных средств, влияющих на окружающую среду, применительно к характерным особенностям и условиям горной местности Республики Таджикистан.

Ключевые слова: горный регион, автомобильный транспорт, экологические факторы, окружающая среда, эксплуатация транспортных средств, сертификационные испытания.

Негативное влияние экологических факторов автотранспортных средств на

окружающую среду больших городов неоспоримо. В последние годы человеческое общество стало перед фактом, что одним из основных причин загрязнения атмосферного воздуха, необходимого для поддержания жизни на Земле, является автомобильный транспорт. Сегодня на нашей планете эксплуатируются более 1 млрд. автомобилей. Ежесекундно с конвейеров мировых автопроизводителей сходит 2,2 автомобиля! Несмотря на безоговорочное значение автомобиля в жизни человека, он становится причиной ежегодной гибели около 1,3 млн. людей, причем каждый десятый попадающий в ДТП является ребенком. Нетрудно убедиться, что индекс среднего отношения количества автомобилей к числу проживающих на земле людей составляет 1:7 (табл. 1, рис. 1). Рост количества автомобильного транспорта является одним из немногих показателей развития цивилизации, который заметно опережает прирост населения планеты и даже энергии.

Таблица 1.

Количество автомобилей, производимых по странам мира в год (млн. шт.)									
Место страны в рейтинге*	Страна	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2010	2005
1	Китай	29,0	28,0	24,5	23,7	22,1	19,3	18,3	5,7
2	США	11,2	12,2	12,1	11,7	11,1	10,3	7,8	11,9
3	Япония	9,6	15,0	8,5	9,8	9,6	9,9	9,6	10,8
4	Германия	5,9	6,1	6,0	9,8	9,6	5,6	5,9	5,8
5	Южная Корея	4,1	4,2	4,6	4,5	4,5	4,6	4,3	3,7
16	Россия	1,6	1,3	1,4	1,9	2,2	2,2	1,4	1,3
	...				...	...	...	...	...
	Мир	96,0	97,8	87,3	89,7	87,5	84,1	77,9	66482

*Состояние на начало 2018 года

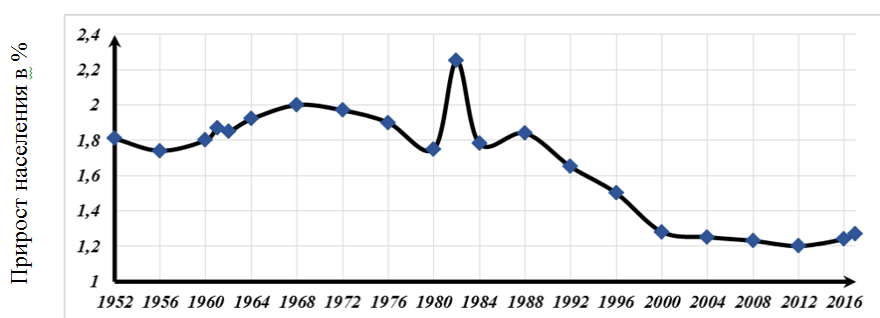


Рисунок 1. Прирост населения Земли в период 1952 – 2017

Приведенные данные показывают, что прирост автомобилизации преобладает над приростом населения.

При этом стоит отметить, что чрезмерная автомобилизация может привести к негативным последствиям, которые проявляются в нарушении экологического равновесия. Поэтому нельзя не видеть, что научно-технический прогресс несет с собой не только положительные, но и отрицательные последствия и в этом выражается его объективная противоречивость.

С середины XX века проблемы, создаваемые автомобильным транспортом, быстрыми темпами переросли в глобальные, и прежде всего это относится к экологическим проблемам. Углеводородное топливо, потребляемое автомобилем при сгорании в ДВС становится источником образования более 250 компонентов в составе отработавших газов (ОГ). Подсчитано, что автомобильными ДВС ежегодно сжигается более 2 млрд. т нефтяного топлива [1,4,5]. Процентное содержание токсичных веществ в ОГ двигателей, потребляемых традиционные виды топлива, т.е. бензин и дизельное топливо, сравнительно невелико и в среднем составляет 0,2 – 2 %, около 95% от общей массы. Однако даже в столь малых количествах данные токсичные вещества

становятся причиной массовых заболеваний и даже гибели населения, вымирания видов. Наиболее опасными для здоровья всех живых существ являются такие токсичные соединения, как оксиды азота (NO_x), оксид углерода (CO), углеводороды (CH_x), альдегиды ($RCHO$) и диоксид серы (SO_2) (табл. 2).

Таблица 2.

Состав ОГ автомобильных ДВС

Компонент	Доля в топливе, %		Относительная агрессивность компонента
	бензин	дизельное топливо	
Азот	74-77	76-78	-
Оксид углерода	1-10	0,01-0,05	1
Углеводороды	0,01-0,5	0,01-0,2	0,8-3
Оксиды азота	0,1-0,5	0,001-0,4	40
Оксиды серы	до 0,002	до 0,03	40
Сажа, г/м ³	до 0,04	0,1-11	200

Интенсивное увеличение объемов выброса вредных веществ из-за соответствующего роста производства автомобилей в мире стимулировало международное сообщество принять новые стандарты и перио-

дически обновлять действующие нормативы и ужесточать требования по выбросу вредных веществ автотранспортом. Так, предельно допустимые выбросы — (ПДВ) вредных веществ CO, CH, NOX в международных Правилах ООН ужесточались в несколько этапов: за период с 1972 по 1986 гг. были ужесточены примерно в 2,5

раза, а с 1986 по 1992 гг. второй этап, для категорий наиболее массовых автомобилей примерно в 5 раз. С 1992 года был введен третий этап ужесточения нормативов Евро. Действующие и новые нормативы на выброс ВВ со сроками их введения приведены в табл. 3 и 4.

Таблица 3.

Нормы на выброс вредных веществ с ОГ легковыми автомобилями по Правилам № 83 ООН

Нормы	Год введения		Допустимая норма, г/кВт•ч			
	Европа	Россия	CO	CH	NO _x	PM
Евро-1	1992	-	2,72	0,97		-
Евро-2	1996	2006	2,20	0,50		-
Евро-3	2000	2008	2,30	0,20	0,15	-
Евро-4	2005	2012	1,00	0,10	0,08	-
Евро-5	2009	2014	1,50	0,10	0,06	0,005
Евро-6	2014	2018	0,50	0,10	0,06	0,005

Таблица 4.

Нормы выбросов вредных веществ с ОГ автомобилями массой более 3,5т по Правилам №49 ООН

Нормы	Год введения		Допустимая норма, г/кВт•ч			
	Европа	Россия	CO	CH	NO _x	PM
Евро-1	1993	-	4,50	1,10	8,00	0,36
Евро-2	1996	2006	4,00	1,10	7,00	0,15
Евро-3	2000	2008	2,10	0,66	5,00	0,10
Евро-4	2005	2010	1,50	0,46	3,50	0,02
Евро-5	2008	2014	1,50	0,46	2,00	0,02
Евро-6	2013	2018	1,50	0,13	0,40	0,01

Автомобильный транспорт, как передвижной источник, имеет ряд особенностей:

-на долю автомобильного транспорта приходится более 60% от всех токсичных выбросов и этот показатель растет, особенно в больших городах, где его доля превышает 90%;

-малой высотой источника выброса вредных веществ – глушителя автомобиля;

-относительно низкой степенью рассеивания и удаления вредных веществ от источника;

-данный источник находится всегда в движении;

-высокой токсичностью выбросов с ОГ.

В составе ОГ автомобилей ежегодно в атмосферу выбрасывается: 80-85 млн. т - оксидов серы, 35-60 млн. т – оксидов азота, более 300 млн. т - оксида углерода, а также десятки млрд. т – углекислого газа.

По прогнозам специалистов ведущих стран мира, при сохранении темпов роста производства автомобилей, к 2030 г., объемы

выброса углеводородов в составе ОГ возрастет в 4-5 раза.

В Таджикистане на сегодняшний день не ведется точный учет выброса углеводорода, т.е. не разработана методика и не установлены нормы естественной убыли нефтепродуктов и газообразного топлива при приёмке, хранении, отпуске и транспортировке.

Строгое выполнение требований норм Евро-5 и Евро-6 при эксплуатации автомобилей, существенно снижает негативное экологическое воздействие автомобиля на окружающую среду.

К сожалению, эти стандарты не соблюдаются в Таджикистане. Подавляющее большинство парка подвижного состава автомобильного транспорта республики составляют транспортные средства с годом выпуска до 2005 г. Результаты исследований, проведенных специалистами Таджикского технического университета им. акад. М.С. Осими и ООО «НИИ Транспорта», на территории г. Душанбе установлено, что состав ОГ 4% автомобилей отвечает требованиям Евро-3, 13% - Евро-2 и всего лишь 21%

- Евро-1. По удельному показателю количества автомобилей на 1000 жителей Республика Таджикистан заметно отстает от других государств (табл. 5).

Таблица 5.

Количество автомобилей на 1000 жителей

№	Наименование стран	Количество автомобилей на 1000 жителей
1.	Монако	908
2.	США	802
3.	Лихтенштейн	796
4.	Исландия	746
5.	Мальта	743
6.	Люксембург	739
7.	Австралия	730
8.	Катар	724
9.	Новая Зеландия	718
10.	Таджикистан	87

Однако Таджикистан как горная страна 93% состоит из горной местности и автомобили в основном сконцентрированы в городах и районных центрах неравномерно. Например, в Душанбе с населением 820,6 тыс. человек этот показатель составляет 87 автомобилей на 1000 жителей, а в Джиргитальском районе – 3 автомобиля/1000 жителей.

Установлено, что 1 тыс. автомобилей на км² является пороговым показателем, и при его превышении происходит разрушение среды обитания человека. В пересчете на легковые автомобили по этому показателю также столица республики намного опережает другие города и районные центры Республики Таджикистан (табл. 6).

Таблица 6.

Количество автомобилей, приходящее на 1 км² площади городов и районов Республики Таджикистан

№ п/п	Название	Количество автомобилей	Площадь, км ²	Авто/км ²
1.	Согдийская область	113560	25400	4,47
2.	Хатлонской область	71720	24800	2,89
3.	ГБАО	7666	64200	0,12
4.	г. Душанбе	44232	100	442,32
5.	г. Турсунзода	13188	235	56,12
6.	г. Гиссар	9861	1000	9,86
7.	г. Вахдат	13729	570	24,08
8.	Район Рудаки	10692	1800	5,94
9.	Файзабадский район	3764	900	4,18
10.	Раштский район	3466	4600	0,75

По показателю плотности сети автомобильных дорог парадоксально, но факт, что ведущее место занимают страны с небольшой территорией, как Бельгия (4800 км/1000 км²), Япония (3100/1000 км²), Нидерланды (3050/1000 км²), а в крупных странах, соответственно из-за сравнительно большой территории, этот показатель значительно ниже: в США - 700 км, в Бразилии – 230, в Канаде – 95, в России – 36, в Китае – 205 км на 1000 км², а в Таджикистане – 194.

В условиях города Душанбе, где в последние годы из-за повышения благосостояния населения столицы и экономического развития самого города, что тесно связано с развитием транспортной инфраструктуры, наблюдается неуклонный рост парка автотранспортных средств как частного, так и государственного сектора. Однако рост количества автотранспортных средств, характеризующийся выполнением большого объема транспортных работ, одновременно приводит к негативным экологическим последствиям,

что для условий города Душанбе, из-за специфической особенности его расположения и слабой инверсии воздушного потока, а также «возрастной» проблемы парка подвижного состава автотранспортных средств является определяющим фактором. Проблема оздоровления состояния окружающей среды г. Душанбе находится под пристальным вниманием правительства республики. В последние годы ухудшение качества воздуха городской среды отмечается различными международными и отечественными специалистами.

Загрязнение воздуха г. Душанбе представляет серьезную угрозу здоровью городского населения. С начала 2000-х годов автомобильные эмиссии представляют самую быстрорастущую экологическую проблему для г. Душанбе, т.к. динамика роста автотранспорта за последние 1,5 десятка лет является превалирующим показателем по сравнению со слабо развивающимся промышленным сектором (табл. 7).

Таблица 7.

Динамика роста количества автомобилей в г. Душанбе в период 2000-2011 гг.*

Годы	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Количество автотранспорта	26068	33703	38728	42681	42801	47762	49596	50365	51320	57441	64079	66450	68390	71419

*Данные УГАИ РТ

По данным УГАИ МВД Республики Таджикистан и Государственного комитета по статистике Республики Таджикистан,

количество автотранспортных средств в г. Душанбе на 1 января 2017 г. составляет 68 390 ед. (табл. 8).

Таблица 8. Количество автотранспортных средств в Республике Таджикистан

Регион	Всего, ед.	в т.ч.:			
		легковые	грузовые	автобусы	специального назначения
По республике	435408	376171	39262	15660	4315
г. Душанбе	68390	59152	3436	4426	1376
РРП*	92023	80110	8888	2270	755

*Районы республиканского подчинения

Исследованиями подтверждено, что на степень загрязнения окружающей среды отработанные газы (ОГ), кроме прочих условий, значительное влияние имеют параметры топлива, используемого в ДВС автомобилей.

Анализ импорта нефтепродуктов в Таджикистан показывает, что в республику в среднем поступает 400 -450 тыс. тонн автомобильного топлива. Республика не является производителем нефтепродуктов, однако интенсивно ведутся поиски нефтяных месторождений с привлечением иностранных

(в основном российских специалистов). Завоз нефтепродуктов, в том числе бензина автомобильного, топлива дизельного и сжиженного газа в РТ производится из стран СНГ (Россия, Казахстан, Узбекистан, Туркменистан, Киргизия).

В табл. 9 приведены данные, полученные в лаборатории контроля качества топлива и смазочных материалов Агентства по стандартизации, метрологии, сертификации и торговой инспекции при Правительстве Республики Таджикистан (далее Агентство Таджикстандарт).

Таблица 9.

Параметры топлива, используемого в двигателях внутреннего сгорания автотранспорта в Республике Таджикистан

Вид топлива	Параметр	Един. изм.	Аналитические и статистические данные					Значение лимитов	
			Кол. проб	Место взятия пробы	min.	max.	Среднее	Национальная спецификация	
								min.	max.
Бензин	Исследуемое октановое число		52	Таможня	80	98	89	80	98
	Содержание серы	%	52		0,003	0,025	0,014		0,2
	Содержание свинца	г/л	52		-	-	-		0,01
Дизельное	Цетановое число		14		45	58	51,5	45	50
	Плотность при 15°C	кг/м ³	14		820	835	827,5	820	860
	Дист. 95%	°C	14		330	358	344	-	360
	Содержание серы	мг/кг	14		1500	4100	2800	-	5000

Как известно, от качества топлива зависят как экологические показатели, так и надежность и долговечность автомобиля. Существенное влияние на состояние автомобильных двигателей внутреннего сгорания оказывают физико-химические и эксплуатационные характеристики топлива. При этом установлено, что качество топлива подавляющего большинства АЗС города не отвечает установленным нормам.

Контроль за качеством топлива (нефтепродуктов), ввозимого и реализуемого на территории Республики Таджикистан, возложен на Агентство Таджикстандарт, которое является национальным органом по стандартизации, метрологии, сертификации, аккредитации и торговой инспекции при Правительстве Республики Таджикистан.

Сертификационные испытания нефтепродуктов производятся специалистами в аккредитованных испытательных лабораториях Агентства Таджикстандарт и её подразделениями в Согдийской, Хатлонской области, а также в региональных испытательных центрах г. Куляба, Исфары, Истаравшана. Испытательные лаборатории оснащены аппаратурой, лабораторным оборудованием, приборами и средствами измерений в соответствии области аккредитации.

Выборочный анализ соответствия марки топлива требованиям стандартов показал, что в каждом 6-х автомобилях с бензиновыми ДВС из 10, октановое число топлива в баке автомобиля не совпадает с октановым числом надписи в пункте заправки. Т.е. на ценнике бензоколонки АЗС, где заправлялся исследуемый автомобиль, написано АИ-95, а проба из бака данного автомобиля показывает соответствие бензина октановому числу АИ-93. Определение октанового числа производили на одноцилиндровом двигателе УИТ-2 лаборатории нефтепродуктов Агентства Таджикстандарт.

Парадоксально, что пробы топлива, отобранные на АЗС города, показали соответствие марки топлива в резервуарах

требованиям действующих стандартов. Очевидно, что на многих АЗС города Душанбе высоко октановый бензин перемешивается в процессе реализации водителям с низко октановым. Опрос водителей различных марок автомобилей показал, что частные АЗС не выдерживают конкуренцию перед АЗС ООО «ГАЗПРОМ НЕФТЬ ТАДЖИКИСТАН». Данное предприятие отличается реализацией высококачественного топлива, отвечающего требованиям стандарта и соответствующего надписям марки топлива на ценнике.

До сих пор в республике, да и по г. Душанбе не рассчитаны объемы выбросов токсичных веществ ОГ, в т.ч. «парниковых газов».

Данная проблема была основанием для выполнения госбюджетной научно-исследовательской темы «Снижение парниковых газов автотранспорта в условиях города Душанбе», выполнение которой было запланировано в период 2017 - 2019 гг. Для выполнения данной темы был собран обширный материал для расчета объемов выброса загрязняющих веществ автомобильным транспортом в г. Душанбе.

Специалистами ООО «НИИ Транспорта» с начала 2000 г. ведутся систематические исследования по сбору статистического материала и ведутся наблюдения по изменению экологического фона г. Душанбе. При этом учитывается ряд факторов прямого и косвенного значения: рост населения города, динамика поступления и списания автомобилей, долевой вклад транзитных, ежедневно въезжающих и выезжающих автомобилей, объемы потребления топлива автомобилями по видам, изменение количества заболеваемых недугами, связанными с экологическим воздействием автотранспорта и т.д.

С учетом вышеперечисленных факторов, получены более точные данные по валовому выбросу токсичных веществ в составе ОГ, которые приведены в табл. 10.

Таблица 10.

Обобщенные данные о выбросах загрязняющих веществ в атмосферный воздух от автотранспорта г. Душанбе за 2017 год (тыс.тонн)

Наименование субъекта	SO ₂	NO _x	CO	C	NH ₃	CH ₄	Всего
г. Душанбе	0,04	0,8	7,5	0,01	0,02	0,04	9,3

Расчеты выбросов CO₂ видится целесообразным проводить на основе данных о количестве и виде сжигаемого топлива и о

содержании в нем углерода. Точно рассчитать выбросы CH₄ и NO₂ труднее, поскольку коэффициенты выбросов в этом

случае зависят от технического устройства транспортных средств, используемого ими топлива и оперативных характеристик. Как данные о деятельности, основанные на измерении расстояний (например, пройденных транспортным средством километров), так и детализированные данные о потреблении топлива, могут оказаться в значительной степени менее надежными, чем данные об общем потреблении топлива.

В Руководящих принципах МГЭИК коэффициенты выбросов CO₂ определены на основе содержания углерода в топливе. Эффективная практика заключается в следовании этому подходу с использованием, по мере возможности, конкретных для страны данных.

До настоящего времени не определены для мобильных источников загрязнения окружающей среды Таджикистана коэффициенты выбросов углерода. Уточнение данных по выбросу ОГ позволяют произвести расчеты по установлению данного коэффициента и произвести моделирование выброса «парниковых газов» и сопоставлять с коэффициентами выбросов по умолчанию, приведенными в Справочном руководстве МГЭИК или Руководящих принципах МГЭИК факторы эмиссий ПГ.

Следует учесть, что при создании модели необходимо учесть выбросы, не учтенных методологией, рекомендованных МГЭИК [3,6,7,8,9,10,11,12,13,14]:

1. Естественная убыль нефтепродуктов при хранении, транспортировке и заправке. В республике до сих пор не имеется данный документ. Используется методика, разработанная для территории СССР, не учитывающая специфику географического расположения различных районов внутри каждой республики.

2. «Вклад» автотранспорта заезжающих/выезжающих в/из г. Душанбе. По предварительным данным специалистов НИИ Транспорта это 10-12 тыс. автомобилей ежемесячно.

3. Необходимо учесть возрастной состав городского автотранспорта, влияющий на выбросы ПГ.

4. Необходимо ввести коэффициент, учитывающий поступление нефтепродуктов по незарегистрированным каналам и реализуемых у обочин автодорог со стороны частных лиц, т.е. объем неучтенного поступления топлива. Этот пункт трудно реализуем, однако с 10-12% погрешностью можно посчитать, зная количество технически исправного

автотранспорта, среднесуточный пробег по группам автомобилей и объему поступившего топлива за год.

5. Для контроля качества поступающих нефтепродуктов и периодический их контроль на местах хранения и реализации необходимо Агентству Таджикстандарт аккредитовать лаборатории контроля качества нефтепродуктов, а им соответственно приобрести современные и мобильные контрольно-измерительные приборы. Необходимо ужесточить требования по аккредитации соответствующих лабораторий на предмет оснащения их современными измерительными средствами.

Литература:

1. Белоусов В.Н., Смородин С.Н., Лакомкин В.Ю. Энергосбережение и выбросы парниковых газов (CO₂): учебное пособие// СПбГТУРП.– СПб., 2014. – 52 с. – ISBN 978-5-91646-071-1.
2. Юнусов М.Ю., Мажитов Б.Ж., Сахибов Н.Б. Влияние автомобильного транспорта на экологическую обстановку города Душанбе // Вестник ТТУ им. акад. Осими №1(41) – 2018 г. Душанбе, изд. ТТУ им. акад. М.С. Осими - С. 208-216.
3. Юнусов М.Ю., Абдуллоев М.А. и др. Обзор и анализ существующей ситуации в транспортном секторе Таджикистана по выбросам парниковых газов // Вестник ТТУ им. акад. Осими №3(31) – 2015 г. Душанбе, изд. ТТУ им. акад. М.С. Осими - С. 66-70.
4. Фохаков А.С., Ашуров К.Р. Характерные особенности горного региона, формирование и развитие его транспортной системы.// Вестник ТНУ, (ISSN-2413-5151), № 2/6, Душанбе: «СИНО», 2017г., стр. 80-86.
5. Фохаков А.С., Камолидинов Б.Т., Ходжаев П.Д. Функционирование и развитие системы оказания транспортных услуг населения горного региона.// Вестник ТНУ, (ISSN-2413-5151), № 2/6, Душанбе: «СИНО», 2017г., стр. 136-141.
6. Фохаков А.С., Камолидинов Б.Т. Теоретические аспекты, системы оказания транспортных услуг населению горного региона в условиях рыночной экономики.// Вестник ТТУ им. акад. М.С. Осими, Т.2 №1 (37) – 2017г., стр. 71-81.
7. Фохаков А.С., Ашуров К.Р. Влияние факторов и выбор критериев автомобилей, работающих в условиях горных регионов Республики Таджикистан.// Вестник ТНУ, (ISSN-2413-5151), № 2/7, Душанбе: «СИНО», 2017г., стр. 121-127.

8. Фохаков А.С., Ашуров К.Р., Ашуров А.М. Влияние потенциала транспортной инфраструктуры на развитие горных регионов Республики Таджикистан.// Вестник ТНУ, (ISSN-2413-5151), № 2/7, Душанбе: «СИНО», 2017г., стр. 142-149.

9. Фохаков А.С., Ашуров К.Р., Абдуллоев Х.К. Проблема выбора населения горного региона способа передвижений.// Вестник ТНУ, (ISSN-2413-5151), № 2/8, Душанбе: «СИНО», 2017г., стр. 93-97.

10. Фохаков А.С., Мирзоева Н.Ш., Джалилов У.Дж. Новые информационные технологии на автомобильном транспорте.// Известия Академии наук Республики Таджикистан (научно-теоретический журнал). № 1 (249), Душанбе: 2018г., стр. 99-102.

11. Фохаков А.С., Каримов А.А. Особенности и проблемы повышения эффективности транспортно-технологической системы обслуживания горных регионов Таджикистана.// Вестник ТТУ им. акад. М.С. Осими, №1 (41)– 2018г. стр.198-208.

12. Сангинов О.К., Фохаков А.С. Теоретико-методологические основы повышения эффективности транспортного обслуживания сельского населения горного региона в условиях рыночной экономики.// Вестник ТТУ им. акад. М.С. Осими №1 (13) – 2011г., стр. 104-109.

13. 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.

14. Фохаков А.С., Камолидинов Б.Т., Сайдалиев А.С. Теоретические основы формирования и развития ресурсного потенциала рынка транспортных услуг города Душанбе.// Вестник ТТУ им. акад. М.С. Осими №3 (35) – 2016г., стр. 58-65.

БАҲОДИҲИИ ТАЪСИРИ АФЗОИШИ НАҚЛИЁТИ АВТОМОБИЛӢ БА МУҲИТИ ЭКОЛОГИИ ШАҲРИ ДУШАНБЕ

**М.Ю. Юнусов, А.С. Фохаков,
Б.Ж. Мажитов**

Дар мақола таъсири манфии омилҳои экологии нақлиёти автомобилӣ ба муҳити атроф дар ш. Душанбе дида баромада шудааст. Таъсири нақлиёти автомобилӣ ба хусусиятҳои ҳоси минтақаҳои кӯҳсор ба муҳити экологии ш. Душанбе таҳлил ва баҳо дода шудааст. Методологияи баҳодиҳии

талаботи техники оид ба зарурати омӯзиши илман асосноккардашуда ва омилҳои экологии нақлиёти автомобилӣ ба муҳити атроф бо хусусияти ҳоси минтақаҳои кӯҳсорӣ Ҷумҳурии Тоҷикистон мавриди таҳлил қарор дода шудааст.

Калимаҳои калидӣ: минтақаи кӯҳсор, нақлиёти автомобилӣ, омилҳои экологӣ, муҳити экологӣ, истифодабарии воситаи нақлиёт, тадқиқоти сертификатсионӣ.

EVALUATION OF THE IMPACT OF AUTOMOBILE TRANSPORT ON THE ENVIRONMENTAL SITUATION OF THE CITY DUSHANBE

M.Yu. Yunusov, A.S. Fokhakov, B.Zh. Majitov

The article considers the negative impact of environmental factors of vehicles on the environment in Dushanbe. The characteristic features of the mountainous region are analyzed and identified, and the impact of road transport on the environmental situation in Dushanbe is assessed. A methodology for assessing the technical requirement for studying the need for a detailed, scientifically substantiated and in-depth analysis of the environmental factors of vehicles affecting the environment as applied to the specific features and conditions of the mountainous terrain of the Republic of Tajikistan is.

Key words: mountainous region, road transport, environmental factors, the environment, the operation of vehicles, certification tests.

Сведения об авторах:

Юнусов Мансур Юсуфович – к.т.н., зав. кафедрой “ЭАТ”, автор свыше 100 научных работ, научное направление – проблемы автотранспортного комплекса и ресурсосберегающие технологии.

Фохаков Абдурауф Сайдалиевич – к.э.н., доцент, автор более 80 научных и методических работ, область научных интересов – организация перевозок и управление на транспорте, моделирование на транспорте, научное направление проблемы автотранспортного комплекса и ресурсосберегающие технологии, конт. информация: тел. 919584238, E-mal: fohakov68@mail.ru.

Мажитов Бахриддин Жамилевич – к.т.н., автор более 30 научных работ. Область научных интересов: адаптация автотранспортных средств к условиям высокогорья и жаркого климата.

**ТАҲЛИЛИ ҲОЛАТИ ИМРӯЗАИ БОЗОРИ ИНТИҚОЛИ БОРҲОИ КАЛОНҲАЧМ ВА
ВАЗНИН ДАР ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН, АСОСҲОИ ТАНЗИМИ ҲУҚУҚӢ ВА
МУАММОҲОИ ҲАЛЛИ ОНҲО**

Р.С. Бобиев, Р.М. Бобоев

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Сохтмони объектҳои саноатию энергетикӣ ва дигар иншооту сохтмонҳои калон, ки дар ҷумҳурӣ бо суръати баланд оғоз ёфтаву идора доранд, насби дастгоҳу таҷҳизоти вазну андозаҳояшон калонро тақозо мекунад. Рушди саноату энергетика, инчунин сохтмони бино ва иншоот дар шароити кунунӣ амалан бе иштироки нақлиёти калонҳаҷм ва пеш аз ҳама, нақлиёти автомобилӣ имконнопазир аст.

Интиқоли борҳои калонҳаҷму вазнин ба воситаи нақлиёти автомобилӣ дар шароити мушкили кӯҳии Ҷумҳурии Тоҷикистон андешидани чораҳои иловагӣ муҳандисиро талаб мекунад, ки беҳатари интиқол, нигоҳдошти борҳо ва истифодаи самаранокӯ беҳатари воситаҳои нақлиётро таъмин мекунад.

Омӯзиш, таҳлил ва ҳалли мушкилоти интиқоли борҳои калонҳаҷму вазнин бо воситаи нақлиёти автомобилӣ анҷом додани тадқиқоти амиқи илмиро бо назардошти хусусиятҳои роҳ, иқлим ва шароитҳои экологии Ҷумҳурии Тоҷикистон тақозо мекунад.

Калимаҳои калидӣ: *борҳои калонҳаҷму вазнин; қоидаҳои интиқол; иҷозатномаи интиқоли борҳои калонҳаҷму вазнин; тадқиқоти илмӣ; беҳатари интиқол.*

Раванди муттасили рушди соҳаҳои истеҳсолоти саноатӣ ва амалигардонии сохтмонҳои бузург бе иштироки нақлиёти вазнин ва пеш аз ҳама бе иштироки нақлиёти автомобилӣ амалан ғайриимкон аст.

Дар бисёр давлатҳои мутараққӣ ташқил ва амалигардонии интиқоли борҳои калонҳаҷм ва вазнинро бо истифодаи воситаҳои нақлиёти махсусгардонидашудаи автомобилӣ, баҳрӣ, дарёӣ ва роҳи оҳан ширкатҳои махсусгардонидашудаи нақлиётӣ ва нақлиётӣ-экспедитсионӣ анҷом медиҳанд. Масалан, дар Федератсияи Россия чунин ширкати калон «Спецтяжтранс» ҳисоб меёбад, ки ҳоло ба ширкати холдингии саҳҳомии «Спецтяжтранс – Холдинг» табдил дода шудааст ва он якҷанд ширкатҳои минтақаҳои гуногуни Федератсияи Россияро муттаҳид месозад. Ҳаҷми интиқоли борҳои ширкат хеле назаррасанд. Айни ҳол танҳо иттиҳодияи «Спецтяжтранс – Холдинг» мувофиқи принципи логистикӣ «аз дар то

дар» дар як моҳ тақрибан 100 адад чунин «ашёи» ғайристандартиро дастрас менамояд [4,5].

Дар Ҷумҳурии Тоҷикистон ягон ширкати махсусгардонидашудае, ки маҷмӯан ба интиқоли борҳои калонҳаҷм ва вазнин шуғл меварзанд, мавҷуд нест, ҳол он ки ба муаммои борҳои калонҳаҷм ва вазнин бештар корхонаҳои саноатӣ, истеҳсолӣ, энергетика ва ғайра рӯ ба рӯ мешаванд.

Ба интиқоли борҳо дар Ҷумҳурии Тоҷикистон асосан чунин ширкатҳои ватанӣ, ба монанди ҚСП «ТАДЭС», ҚСП «НБО Роғун», ҚДММ «Некзод» машғул мешаванд. ҚДММ «Элок», ки ба интиқоли борҳои калонҳаҷм ва вазнин то рӯзҳои наздик шуғл меварзид, аз фаъолият бозмонд. Сабаби аз фаъолият бозмонӣ ва барҳамхӯрии ҚДММ «Элок» рақобатнопазирии он дар бозори интиқоли борҳои калонҳаҷм ва вазнин бо нақлиёти автомобилӣ мебошад.

Дар муассисаҳое, ки ба интиқоли борҳои калонҳаҷм ва вазнин машғуланд, асосан воситаҳои нақлиёти автомобилӣ истеҳсоли собиқ ИҶШС истифода мешаванд. Ин автомобилҳо асосан истеҳсоли Федератсияи Россия буда, аз ҷиҳати техникӣ кӯҳна ва фарсуда шудаанд.

Автомобилҳои аз ҷиҳати техникӣ кӯҳна ва фарсудашуда ба кам кардани ҳароҷоти гардишӣ монёв мешаванд, ки дар натиҷа ба паст гардидани нишондиҳанаҳои рақобатпазирии хизматрасонии нақлиётӣ ҳангоми интиқоли борҳои калонҳаҷм ва вазнин меоранд. Воситаи нақлиёти махсусгардонидашуда унсури бартариятноки системаи нақлиётӣ ҳисоб меёбад, чунки аз он имконияти интиқоли борҳои калонҳаҷм ва вазнин вобастагӣ дорад.

Воситаҳои нақлиётӣ, ки барои интиқоли борҳои калонҳаҷм ва вазнин пешбинӣ шудаанд аз воситаҳои нақлиёти автомобилӣ истифодаи умум бо андозаҳои берунӣ зиёд кардашуда, нишондиҳандаҳои вазнбардории баланд, сохтори бисёртӣ, рамаҳои борбардориашон нисбатан пуриқтидор, мавҷуд будани системаи овезаи такмилдодашуда, платформаҳои васеъшаванда фарқ мекунад.

Баъзан аз сабаби мавҷуд набудани воситаҳои техникӣ махсус барои интиқоли

борҳои хеле вазнин трейлерҳои ба дивизияи 201-уми Федератсияи Россия тааллуқдошта, ки дар қаламрави Ҷумҳурии Тоҷикистон қарор дорад, истифода бурда мешаванд [1].

Барои баҳо додан ба қобилияти борбардории иншооти муҳандисии хатсайри ҳаракати борҳои калонҳаҷм ва вазнин бояд усулҳои истифода шаванд, ки меъёрҳои амалкунанда муқаррар намудаанд.

Ташкил намудани манбаи автоматонидашудаи маълумот оид ба ҳолати роҳҳои автомобилгард ва иншооти сунъӣ мувофиқи мақсад аст, инчунин маводи тадқиқоти иловагии иншоотро ба ҳисоб гирифтани зарур аст.

Омодасозии пешакии истеҳсолот ҳангоми интиқоли борҳои калонҳаҷм ва вазнинро гузаронидан зарур аст, ки аз қорҳои зерин таркиб ёфтаанд:

-омодасозӣ ва дар ҳолатҳои алоҳида азнавтаҷҳизонии роҳҳои нақлиётӣ, майдончаҳои боркунӣ-борфарорӣ;

-сохтан ва гузоштани таҷҳизоти ғайристандартӣ барои интиқол ва амалиёти азнавборкунӣ;

-омодасозии ҳуди бор барои интиқол, гузоштани он ба асбобҳо, таҷҳизоти махсуси маҳкамкунӣ ва ғайра;

-ҳозир кардани воситаи нақлиёт ба нуқтаи боркунӣ, инчунин васоити боркунӣ, механизмҳои борбардор ба нуқтаи боркунӣ ва борфарорӣ.

Амалигардонӣ ва мутобиқсозии қорҳои дар боло баёншуда ва дигар қорҳои заруриро оид ба ташкили интиқоли борҳои калонҳаҷм ва вазнин бояд мақомоти махсуси ваколатдори давлатӣ иҷро намояд. Бинобар ин, барои ташкили интиқоли самараноки борҳои калонҳаҷм ва вазнин бо нақлиёти автомобилӣ ва дигар намудҳои нақлёт дар назди Вазорати нақлиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон ташкил кардани Маркази танзими интиқоли борҳои махсус – борҳои хатарнок, зудвайроншаванда, аз ҷумла борҳои калонҳаҷм ва вазнин (минбаъд МТХНБМ) ба мақсад мувофиқ ҳисобида мешавад.

Мувофиқакунии тамоми интиқоли борҳои калонҳаҷм ва вазнин мувофиқан ба ҳамаи хатсайри ҳаракат бо мақомоти идоракунии роҳҳои автомобилгард, соҳибони иншоот ва коммуникатсияҳои сунъӣ, шӯъбаҳои роҳи оҳан (кӯпрукҳо, роҳравҳо, кубурҳо ва кабелҳои зеризаминӣ, хатҳои ҳавоии баландшиддати барқтаъминкунӣ ва алоқа ва ғ.), ҳадамот, ваколатдорони идоракунии шабакаҳои кӯчаю роҳҳои шаҳрҳо

ва дигар маҳалҳои аҳолинишин, инчунин додани рухсатнома бояд аз ҷониби МТХНБМ амалӣ карда шавад.

Марказ метавонад шӯъбаҳои вилоятӣ ва ноҳиявӣ дошта бошад, ки дар онҳо аризаҳо барои гирифтани рухсатнома барои интиқоли борҳои калонҳаҷм ва вазнин баррасӣ шуда метавонанд.

Аризаҳо ба шӯъбаҳои мувофиқи вилоятӣ ё ноҳиявӣ, ки дар онҳо хатсайри ҳаракати воситаи нақлиёт оғоз меёбад, дода шуда метавонанд. Аризаҳо вобаста аз намуди интиқоли пешбинишаванда (байнишаҳрӣ ё маҳаллӣ), дараҷаи борҳои калонҳаҷм ва вазнин ва ҷойи қарордоштаи воситаи нақлиёти интиқолдиҳанда баррасӣ мешаванд.

Ҳангоми иҷрои интиқоли байналмилалӣ қорҳо оид ба ҷамъоварӣ, қоркарди дарҳостҳо, мувофиқакунии, гирифтани рухсатномаҳо ва супоридани он ба интиқолдиҳандаро мутамарказ, яъне дар идораи асосии МТХНБМ-и назди Вазорати нақлиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон амалӣ кардан мумкин аст.

Шарт ва қоидаҳои интиқоли борҳои калонҳаҷм ва вазнин, масъулияти ҷонибҳое, ки дар дастраскунии борҳо (молҳо, маҳсулот...) иштирок мекунанд, дар асоси ҳуҷжатҳои зерин ба танзим дароварда мешаванд: Кодекси граҷдани Ҷумҳурии Тоҷикистон, Оинномаи нақлиётӣ автомобилӣ, Қоидаҳои аз роҳҳои автомобилгард гузаштани воситаҳои нақлиёт бо вазн ва андозаҳои, ки аз меъёрҳои муқарраршуда зиёданд, ки бо қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 29.12.2006 таҳти №779 тасдиқ шудааст, Низомнома оид ба сертификати баркашии воситаҳои нақлиёти автомобилҳои боркаш, ки дар қаламрави Ҷумҳурии Тоҷикистон интиқоли байналмилалӣ ва маҳаллиро анҷом медиҳанд ва бо фармоиши Вазири нақлиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон таҳти №84 аз 26.07.2011 тасдиқ шудааст, Низомнома оид ба интиқолдиҳии борҳои калонҳаҷм ва вазнин бо воситаҳои нақлиёти автомобилӣ дар роҳҳои автомобилгарди Ҷумҳурии Тоҷикистон (замимаи №1 ба Низомнома оид ба сертификати баркашии воситаҳои нақлиёти автомобилҳои боркаш, ки дар қаламрави Ҷумҳурии Тоҷикистон интиқоли байналмилалӣ ва маҳаллиро анҷом медиҳанд), Қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон таҳти №569 аз 8.11.2011 «Оид ба муқаррар намудани маҳдудиятҳои мавсимии вазн ва сарбориҳо ба тири воситаҳои нақлиёт ҳангоми ҳаракати онҳо дар роҳҳои автомобилгарди истифодаи умумӣ», Қоидаҳои

интиқоли борҳои калонҳаҷм ва вазнин, Кодекси ҳуқуқвайронкунии маъмурии Ҷумҳурии Тоҷикистон.

Мувофиқи қоидаҳои амалкунандаи интиқоли борҳои калонҳаҷм ва вазнин дар Ҷумҳурии Тоҷикистон [3] воситаи нақлиёти бордор калонҳаҷм ҳисобида мешавад, агар

-дарозии он аз 12 м зиёд бошад (автомобили боркаш);

-дарозии он аз 20 м зиёд бошад (ядакҳо автопоездҳо);

-паҳноии он аз 2,5 м зиёд бошад (ҳамаи намуди нақлиёт);

-паҳноии он аз 2,6 м зиёд бошад (воситаи нақлиёти автомобилӣ бо рефрижератор);

-баландии он аз 4 м зиёд бошад.

Вазни ниҳоии иҷозат додашудаи воситаи нақлиёт ё сарбории тирӣ (вазни умумӣ), ки дар «Қоидаҳои аз роҳҳои автомобилгард гузаштани воситаҳои нақлиёт бо вазн ва андозаҳое, ки аз меъёрҳои муқарраршуда зиёданд» (Замимаи №1), ки бо қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 29.12.2006 тахти №779 тасдиқ шудааст, 40 тонна ҳисоб меёбад, зиёда аз он интиқоли борҳои вазнин ҳисобида мешавад. Чун қоида нишондиҳандаи меъёрии мазкур дар асоси баҳоидиҳои синфи роҳҳо, тавсифномаи онҳо ва ғайра муайян карда мешавад. Ҷумҳуриҳои дигари ИДМ, аз ҷумла, Федератсияи Россияро таҳлил намуда, ҳулоса баровардан мумкин аст, ки меъёри муқарраргардидаи мазкур асоси илмӣ надошта, ба ҳолати воқеии роҳҳои автомобилгарди ватанӣ мувофиқат намекунад. Масалан, тибқи меъёрҳои муқаррарнамуда дар Федератсияи Россия боре, ки ба воситаи нақлиёт бор карда шудааст, дар ҳолате вазнин ҳисобида мешавад, ки агар вазни умумии онҳо аз 38 тонна зиёд бошад [7]. Ва ин дар ҳолест, ки ҳолат ва сифати роҳҳои автомобилгард ва рӯйпӯши онҳо бо роҳҳои автомобилгарди Ҷумҳурии Тоҷикистон қиёснашаванда мебошад.

Бинобар ин, бурдани тадқиқоти мувофиқ ва дар асоси таҳлилҳои илмӣ-амалӣ ва асосноккунӣ аз нав дида баромадани нишондиҳандаи меъёрии мазкур зарур аст, чунки аз он воқеан нигоҳдории сифати роҳҳои автомобилгард, сохтмон ва таҷдиди онҳо вобаста аст.

Нақлиёти автомобилии Ҷумҳурии Тоҷикистон алҳол ба интиқоли чунин борҳо омода нест. Асосҳои қонунгузорӣ, меъёрӣ-техникӣ ва меъёрӣ-иқтисодии интиқоли борҳои махсус (калонҳаҷм, вазнин ва ғ.) хеле

нокифоя ва кӯҳна шудааст. Тадқиқоти илмӣ ва тайёр кардани мутахассисон дар соҳаи интиқоли автомобилии борҳои махсус мавҷуд нест. Иттилоотгирӣ, имкони гирифтани кӯмакҳои ҳуқуқӣ, молиявӣ, техникӣ, машваратӣ ва ғайра ҷой надорад. Воситаҳои нақлиёти ҷавобгӯ барои интиқоли чунин борҳо мавҷуд нестанд.

Чунин ҳолат имрӯз ва дар оянда ба афзоиши хароҷот ҳангоми киро кардани интиқолдиҳандагони хориҷӣ, вайрон шудани муҳлати боррасонӣ ба истеъмолкунандагон ва бо вайронкунии минбаъдаи муҳлати супоридани объектҳои сохташудаистода барои истифодабарӣ ва ғайра меорад.

Инҳо ва як қатор масъалаҳои дигар муаммоҳои рушди интиқоли борҳои калонҳаҷм ва вазнин дар шароити Ҷумҳурии Тоҷикистон ҳисоб меёбанд, ки тадқиқоти нисбатан амиқи илмиро бо назардошти шароитҳои роҳу иқлим ва экологӣ тақозо менамоянд.

Адабиёт:

1. Бобиев Р.С. Предложения для развития перевозок специфических грузов автомобильным транспортом в Таджикистане. // Автомобильный транспорт. – Москва, АНО «Редакция журнала «Автомобильный транспорт», 2003. - №4. – С.19-20.
2. Қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон №569 аз 8 ноябри соли 2011 «Оиди муқаррар намудани маҳдудиятҳои мавсимии вазн ва сарбориҳо ба тири воситаҳои нақлиёт ҳангоми ҳаракати онҳо дар роҳҳои автомобилгарди истифодаи умум».
3. Қоидаҳои аз роҳҳои автомобилгард гузаштани воситаҳои нақлиёт бо вазн ва андозаҳое, ки аз меъёрҳои муқарраршуда зиёданд, Қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 29 декабри соли 2006 №779 тасдиқ карда шудааст
4. Н.А. Троицкая. Логистика в перевозке крупногабаритных тяжеловесных грузов. Москва, МАДИ, 2013, 132с.
5. Троицкая Н.А., Поносов Ю.К. Оценка систем транспортировки крупногабаритных тяжеловесных грузов. – М.: МАДИ, 1988, 65с.
6. Турсунов Абдукаҳхор Абдусамодович. Управление работоспособностью автомобилей в горных условиях эксплуатации – Душанбе: Ирфон, 2003г. – 356с.
7. <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=393>

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ РЫНКА ПЕРЕВОЗОК КРУПНОГАБАРИТНЫХ ТЯЖЕЛОВЕСНЫХ ГРУЗОВ В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН, ОСНОВЫ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ И ПРОБЛЕМЫ ИХ РЕШЕНИЯ

Р.С. Бобиев, Р.М. Бобоев

Создание промышленных объектов, энергетических и других сооружений, крупных строек, которые начаты и продолжаются в республике быстрыми темпами, требует монтажа все более крупного моноблочного оборудования, конструкций, комплектно-блочных устройств транспортной массой до нескольких тысяч тонн. Промышленный и энергетический прогресс, а также развитие строительства зданий и сооружений сегодня практически невозможны без участия тяжелого транспорта, и в первую очередь автомобильного. Перевозка крупногабаритных и тяжеловесных грузов автомобильным транспортом в сложных горных условиях Республики Таджикистан требует дополнительных мер инженерной защиты, которые обеспечивают безопасность перевозки грузов, их сохранность и эксплуатацию транспортных средств.

Эти и другие вопросы являются проблемами развития перевозки КТГ в условиях Республики Таджикистан, что требует более глубокого научного исследования с учетом специфики дорожно-климатических и экологических условий местности.

Ключевые слова: крупногабаритные и тяжеловесные грузы; правила перевозок; разрешения на перевозку крупногабаритных и тяжеловесных грузов; научные исследования; безопасность перевозок.

ANALYSIS OF THE CONTEMPORARY STATUS OF THE MARKET OF CARRIAGE OF LARGE-SIZED HEAVY CARGOES IN THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN, BASES OF LEGAL REGULATION AND THE PROBLEMS OF THEIR SOLUTIONS

R.S. Bobiev, R.M. Boboev

The development of industry and energy, as well as the construction of buildings and structures in the current circumstances, without the participation of the large transport vehicle and, above all, is impossible. Transferring large heavy loads not by motor transport in the context of the difficult mountainous range of the Republic of Tajikistan requires additional engineering measures, safety of transportation, maintenance times and provides the use of effective and safe attributed. Learning, analysis and the solution of the serious problems of transportation of large loads via road performance of specific scientific research, taking into account the characteristics of the road, which requires the climate and environmental conditions of the Republic of Tajikistan.

Key words: large heavy loads; transfer rules; permission for transportation of large heavy cargoes; safe transportation.

Сведения об авторах:

Бабаев Раимджон Масобирович – ст. преп. кафедры «Организация перевозок», Горно-металлургического института Таджикистана. Контактная информация: тел. (992 927) 60-36-60, E-mail: boboev_jamshed84@mail.ru

Бобиев Рахмидин Саломович – к.т.н., доцент, зав. каф. «Организация перевозок и управление на транспорте». Контактная информация: тел. 93-880-08-98, E-mail: romish1975@inbox.ru

НИЗКОМАРОЧНЫЙ КЕРАМЗИТОБЕТОН С ВОЗДУХОВОВЛЕКАЮЩЕЙ ХИМИЧЕСКОЙ ДОБАВКОЙ

А. Шарифов, Ф.Б. Шарипов, А.А. Акрамов

Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими

В статье приведены результаты исследования влияния химической добавки подмыльного щелока на свойства низкомарочного керамзитобетона. Добавка снижает объемную массу, повышает коэффициент конструктивного качества и позволяет снизить удельный расход цемента до 10 % в составе керамзитобетона.

Ключевые слова: керамзитобетон, цемент, подмыльный щёлок, объемная масса, прочность, коэффициент конструктивного качества.

Керамзитобетон, как разновидность легкого бетона, имея ряд положительных качеств, таких как малые объемные массы при сравнительно высоком коэффициенте конструктивного качества (ККК), повышенная морозостойкость и высокая трещиностойкость, низкая теплопроводность и другие подобные свойства, находит широкое применение в жилищном строительстве для производства наружных и внутренних стен, перекрытий и покрытий, балок, прогонов, лестничных маршей и площадок, в дорожном

строительстве для изготовления ферм, пролётных строений мостов и плит их проезжей части, в гидротехническом строительстве для изготовления морозостойких изделий и т.п.[1]. Важным свойством легкого бетона является его объёмная масса, от значения которого зависят теплотехнические свойства и модуль деформации бетона [2]. Объёмная масса керамзитобетона зависит от плотности применяемых компонентов и их количественного соотношения в составе бетонной смеси. Обычно в составе лёгких бетонов для заполнения межзернового пространства керамзитового гравия используют песок из тяжёлых горных пород, что приводит к повышению объёмной массы керамзитобетона. В таких случаях наиболее технологически легко выполняемым способом достижения оптимальной объёмной массы керамзитобетона, обеспечивающей заданную прочность и теплопроводность, является расширение пористости цементного камня введением химических воздухововлекающих добавок в составе легкобетонной смеси, способных регулированием пористой структуры керамзитобетона повышать его теплозащитные свойства.

Такая задача решена нами в данной работе при исследовании керамзитового легкого бетона с введением в его состав добавки из подмыльного щелока, который является отходом мыловарения. Подмыльный щелок известен как гидрофозирующая добавка бетонов, мы использовали его и в качестве воздухововлекающей добавки для снижения объёмной массы керамзитобетона при сохранении его прочности. Средний состав подмыльного щелока характеризуется компонентами, масс. %: жирными кислотами до 1.0, хлоридом натрия-до 15, натриевощелочью до 0.2, содой до 1,5, водой 85-90 [3].

В исследованиях использовали: портландцемент М400 производства Душанбинского завода, керамзитовый гравий фракции 5...20 мм из Вахдатского завода и подмыльный щелок из масложиркомбината г. Душанбе (Республика Таджикистан). В составе керамзитобетона в качестве мелкого заполнителя использовали тяжёлый песок из гранитных пород. Задачей исследования было выяснение влияния подмыльного щелока на водопотребность керамзитобетонной смеси, объёмной массы и прочности керамзитобетона при разных соотношениях количеств компонентов его состава.

Исходный состав керамзитобетона класса В3.5 (М50) следует принять

следующий, кг/м³: цемент 220, тяжёлый гранитный песок 200, керамзитовый гравий 600, В/Ц=0.65. В данном составе определили оптимальное количество добавки для снижения объёмной массы керамзитобетона при сохранении его прочности на уровне прочности бетона без добавки. В процессах исследования свойств керамзитового бетона варьировали расходы компонентов в пределах: для цемента от 220 до 198 кг, а для песка от 150 до 300 кг, расход керамзитового гравия остался постоянным и составлял 600 кг/м³. Варьирование расходов компонентов проведено для выяснения влияния подмыльного щелока на качественный состав керамзитобетона.

Образцы керамзитобетона размерами 15х15х15 см после формовки твердели в условиях: часть образцов при обычных условиях нахождения бетонных изделий, другая часть образцов для ускорения скорости их твердения подвергалась тепловлажной обработке (ТВО) по принятым режимам в технологии бетона, третья часть образцов после твердения 28 сут в обычных условиях перед испытанием на плотность и прочность была осушена до постоянной массы в сушильном шкафу.

Подмыльный щелок оказывает пластифицирующее действие на керамзитобетонную смесь. При расходах добавки в пределах 0.2...0.8% от массы цемента значение водоцементного отношения при получении равноподвижной керамзитобетонной смеси уменьшается от В/Ц=0.65 до В/Ц= 0.38...0.42. Снижение В/Ц благоприятно влияет на повышение прочности керамзитобетона.

На рисунке 1 показан характер изменения показателей свойств керамзитобетонной смеси и бетона класса В3.5 от расхода добавки в составе цемента для исходного состава (Ц=220 кг/м³, песок 200 кг/м³, керамзитовый гравий 600 кг/м³). С увеличением количества добавки в составе цемента объёмная масса и для бетонной смеси, и для керамзитобетона снижается. Для сухого керамзитобетона такое снижение составляет от 1020 кг/м³ до 820 кг/м³, а для бетона, твердевшего 28 сут в обычных условиях, от 1080 до 890...900 кг/м³. В среднем, снижение объёмной массы керамзитобетона составляет 180...200 кг/м³ или до 20%. Разумеется, что такое уменьшение объёмной массы существенно влияет на снижение теплопроводности и облегчения массы строительных изделий из керамзитобетона с добавкой подмыльного

щелока. При возрастании расхода подмыльного щелока в составе цемента прочность керамзитобетона имеет тенденцию возрастания, оптимальное значение прочности цементного камня достигается при расходе добавки 0.5%, затем значения прочности керамзитобетона имеет тенденцию снижения. Однако при расходах добавки до 0.8% для сформировавшейся структуры цементного камня через 28 сут твердения значение прочности керамзитобетона сравнимо с исходным значением прочности бетона без добавки.

Снижение объёмной массы и повышение прочности цементного камня под действием подмыльного щелока приводит к повышению значений коэффициента конструктивного качества керамзитобетона с добавкой. Так, если бетон без добавки имеет $k_{кк}=0.005$ МПа/(кг/м³), то керамзитобетон с подмыльным щелоком имеет $k_{кк}=0.0055...0.0072$ МПа/(кг/м³), повышение значения $k_{кк}$ составляет до 44%.

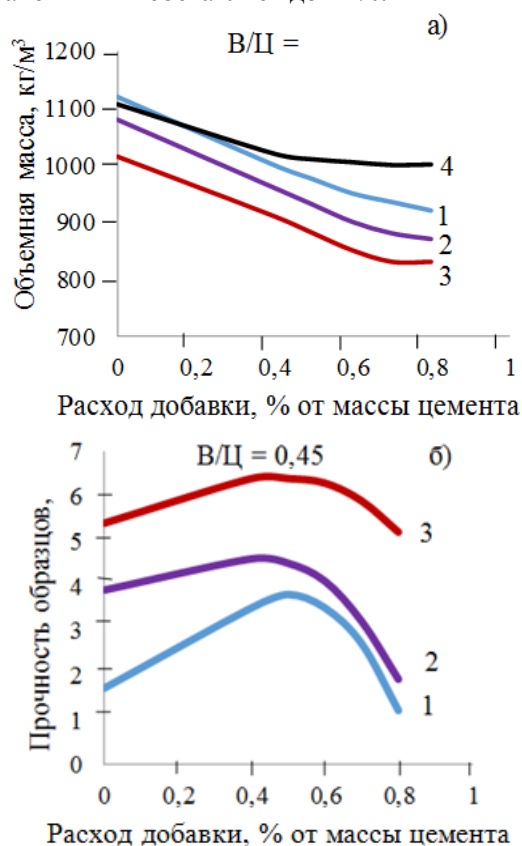


Рис. 1. Зависимости изменения объёмной массы (а) и прочности керамзитобетона (б) от содержания подмыльного щелока для состава с удельными расходами компонентов (кг/м³): цемент 220, песок 200, керамзитовый гравий 600 (Обозначение: 1-бетон после ТВО, 2-сухой бетон, 3-бетон естественного твердения, 4-бетонная смесь).

Увеличение расхода тяжёлого песка с 220 до 300 кг/м³ естественно повышает плотность легковесной смеси и керамзитобетона. На рисунке 2 приведены экспериментальные данные исследования состава керамзитобетона при расходах компонентов в кг/м³: цемент 220, песок 300, керамзитовый гравий 600. Плотность керамзитобетона в сухом состоянии составляет 1100 кг/м³, однако при введении добавки из подмыльного щелока она снижается до 990-1000 кг/м³. В данном случае возрастание прочности керамзитобетона с добавкой более существенное, чем при использовании исходного состава легковесной смеси. Значение прочности керамзитобетона с добавкой через 28 сут твердения повышается до 7.0...7.4 МПа, что соответствует бетону класса В5. Разумеется, что при этом возрастает значение коэффициента конструктивного качества керамзитобетона с добавкой.

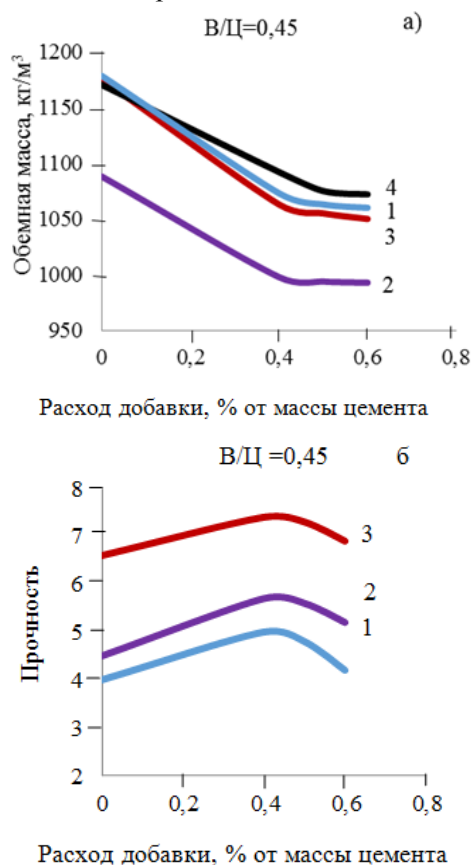


Рис. 2. Зависимости изменения объёмной массы (а) и прочности и керамзитобетона (б) от содержания подмыльного щелока для состава с удельными расходами компонентов (кг/м³): цемент 220, песок 300, керамзитовый гравий 600 (Обозначение: 1-бетон после ТВО, 2-сухой бетон, 3-бетон естественного твердения, 4-бетонная смесь).

При сохранении расходов керамзитового гравия 600 кг/м^3 и тяжёлого песка 300 кг/м^3 уменьшили удельный расход цемента до 198 кг/м^3 , т.е. на 10 %. Результаты исследования иллюстрированы на рисунке 3, из которых следует, что прочность бетона с добавкой соответствует требуемому классу бетона В3.5, однако объёмная масса керамзитобетона несколько выше, чем по данным рисунка 1.

Поскольку расход цемента 198 кг/м^3 обеспечивает требуемую прочность бетона, то для снижения объёмной массы керамзитобетона уменьшили удельный расход песка до 250 кг/м^3 . Результаты представлены на рисунке 4. Из них следует, что объёмная масса бетона снижается до уровня данных рисунка 1, а прочность керамзитобетона при содержаниях добавки 0.3...0.5% существенно возрастает.

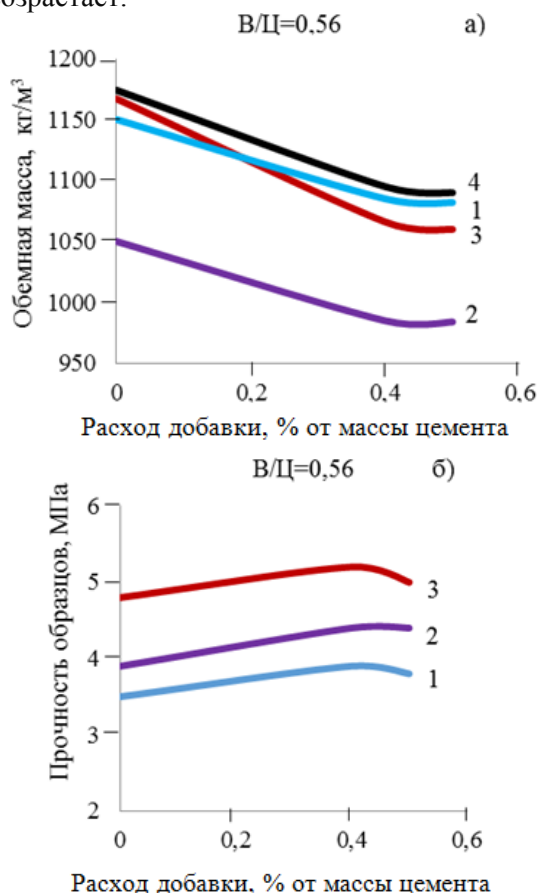


Рис. 3. Зависимости изменения объёмной массы (а) и прочности керамзитобетона (б) от содержания подмыльного щелока для состава с удельными расходами компонентов (кг/м^3): цемент 198, песок 300, керамзитовый гравий 600 (Обозначение: 1-бетон после ТВО, 2-сухой бетон, 3-бетон естественного твердения, 4-бетонная смесь).

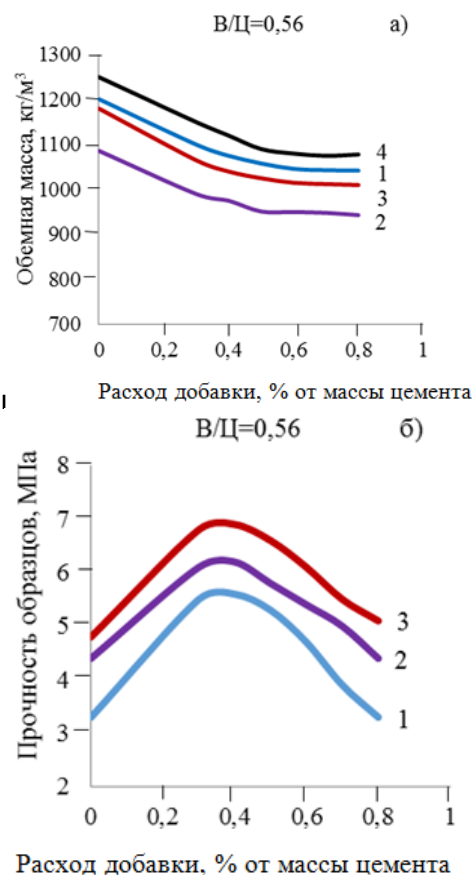


Рис. 4. Зависимости изменения объёмной массы легкобетонной смеси и керамзитобетона (а) и его прочности (б) от содержания подмыльного щелока для состава с удельными расходами компонентов (кг/м^3): цемент 198, песок 250, керамзитовый гравий 600 (Обозначение: 1-бетон после ТВО, 2-сухой бетон, 3-бетон естественного твердения, 4-бетонная смесь).

Приведённые результаты экспериментальных исследований показали, что подмыльный щелок является эффективной добавкой для керамзитобетона. Оптимальной дозировкой ПМЦ для керамзитобетона класса В 3.5 является 0,3...0,5% от массы цемента. В производственных условиях такая дозировка добавки позволяет для получения керамзитобетона класса В3.5 с объёмной массой $900...970 \text{ кг/м}^3$ против 1200 кг/м^3 для бетона без добавки использовать тяжёлый песок в количествах $150...250 \text{ кг/м}^3$ и уменьшить удельный расход цемента до 10%.

Литература:

1. Горейнов К.Э., Дубенецкий К.Н., Василиев С.Г., Попов Л.Н. Технология минеральных теплоизоляционных материалов и легких бетонов, М.: Стройиздат.-1976. – 636с.
2. Баженов Ю.М. Технология бетона. – М.: Изд.АСВ. – 2003. – 500 с.

КЕРАМЗИТОБЕТОНИ ТАМҒАИ ПАСТ БО ИЛОВАИ ХИМИЯВИИ ҲАВОВОРИДКУНАНДА

А. Шарифов, Ф.Б. Шарипов, А.А. Акрамов

Дар мақола натиҷаҳои тадқиқоти таъсири иловаи химиявии ишқори партовҳои собунобадошта ба хусусиятҳои керамзитобетони тамғаи паст оварда шудаанд. Ин илова ҳаҷми массаи керамзитобетонро паст намуда, коэффитсиенти сифати конструктиви онро баланд ва имкони сарфи сементро то 10% дар таркиби керамзитобетон паст менамояд.

Калимаҳои калидӣ: керамзитобетон, семент, ишқори партовҳои собунобадошта, ҳаҷми масса, мустаҳкамӣ, коэффитсиенти сифати конструктивӣ.

LOW-QUALITY EXPANDED CLAY CONCRETE WITH AIR-ENTRAINING CHEMICAL ADDITIVE

A. Sharifov, F.B. Sharipov, A.A. Akramov

The article presents the results of the investigation of the influence of the chemical additive of sap alkali on the properties of low-

quality expanded clay concrete. The additive reduces the bulk density, increases the coefficient of constructive quality and allows to reduce the specific consumption of cement to 10% in the composition of expanded clay concrete.

Key words: expanded clay concrete, cement, sapwood lye, bulk weight, strength, coefficient of constructive quality.

Сведения об авторах:

Шарифов Абдумунин – д.т.н., профессор кафедры «Технология химического производства» ТТУ им. акад. М.С.Осими. *E-mail: Sharifov49@mail.ru*

Шарипов Фарход Баротович – ст. преп. кафедры «Теоретическая механика и сопротивление материалов» ТТУ имени акад. М.С. Осими. *E-mail: abdullo.1982@mail.ru*

Акрамов Авазжон Абдуллоевич – к.т.н., доцент, зав. кафедрой «Промышленное и гражданское строительство» ТТУ им. акад. М.С.Осими. *E-mail: akramov.avaz@mail.ru*

АВТОМОБИЛЬНАЯ ДОРОГА КАК ТУРИСТИЧЕСКИЙ МАРШРУТ

А.В. Евстратенко

Белорусский государственный университет транспорта

В статье рассматривается значение автомобильной дороги Беларуси как туристического коридора, а присущее ей обустройство в качестве инфраструктуры туризма. Проанализирована роль трассы республиканского значения М10 граница РФ – Гомель – Кобрин и возможности ее туристического использования. Даны рекомендации по вовлечению автодорог республиканского значения в туристическую систему Беларуси. Предложена структура и общая схема функционального зонирования данных объектов.

Ключевые слова: объект придорожного сервиса, туристическая инфраструктура, обслуживание, функциональное зонирование, ресурс.

Место туристической отрасли в экономике государства, а также номенклатура предлагаемых туристам услуг определяется природно-климатическими, территориальными, историко-культурными и политическими особенностями. Туристическая отрасль способна стать мощным рычагом экономического развития страны, что определяется как ресурсной, так и маркетинговой и инфраструктурной составляющими. Пер-

вым шагом к формированию качественного туристического продукта является объективная оценка потенциала региона и разработка соответствующей стратегии развития системы обслуживания. В отдельных случаях предпосылками формирования того или иного туристического направления является не сам ресурс, а наличие условий и преимуществ его развития на данной территории.

Рост мобильности населения в мире, поиск новых впечатлений, знаний о той или иной местности, разнообразных видов досуга в значительной мере стимулирует появление большого числа туристических направлений, многие из которых популярны и активно развиваются в Беларуси.

В Государственный список историко-культурных ценностей Республики Беларусь включено около 5,5 тысяч объектов наследия, в том числе около 2 тысяч объектов архитектуры. В списке ЮНЕСКО значатся Мирский и Несвижский замки, пункты Дуги Струве и Августовский канал, отмеченные высшей категорией «0» [1]. Неравномерно как расположение, так и уровень сохранности туристических ресурсов на территории

Беларуси, что затрудняет создание целостных туров. Как показывает практика, кроме известных и довольно популярных мест туризма, отмечается интерес к малоизвестным, однако раскрывающим особенности быта в определенной местности в различные временные периоды, объектам. Очевидно, что такие меры как создание условий для организованного и самостоятельного автомобильного туризма и формирование комбинированных туров весьма актуальны для Республики Беларусь. В составе данных маршрутов представляющие наибольшую ценность ресурсы становятся ведущими, обладающие меньшей туристической значимостью и категорией ценности – дополняющими. Соответственно автомобильная дорога республиканского значения принимает на себя роль туристического коридора, а объекты придорожного сервиса – функции обслуживания туристов.

Расположение предприятий придорожного обслуживания вблизи туристических зон и отнесение их в том числе к туристической инфраструктуре является реализацией принципа туристического соседствования с туристско-событийным критерием в качестве определяющего [2]. Предпосылками формирования объекта сервиса в соответствии с принципом туристического соседствования являются: биогенные компоненты среды (растительный и животный мир, рельеф местности, особенности ландшафта), историко-культурные (познавательные) ресурсы (объекты истории, архитектуры, археологии, искусства, градостроительства, заповедные места), религиозные и паломнические объекты (храмы, монастыри, религиозные святыни), мемориальные объекты (мемориалы, памятники), оздоровительные объекты (санаторно-курортные, лечебно-профилактические предприятия), рекреационные ресурсы (агроусадьбы, базы отдыха, кемпинги), событийный туризм (фестивали народной культуры, старинных ремесел и промыслов, национальной кухни; музыкальные, театральные и научные форумы). Функции обслуживания туристов могут выполнять объекты придорожного сервиса, размещенные в соответствии с принципом средовой интеграции и определяющей ролью ландшафтно-рекреационного критерия [3]. Особенности природной среды сохраняются и эффективно используются, немало влияя, а зачастую определяя планировочную структуру. Отличие данного принципа от указанного выше заключается в

несколько иной целевой аудитории и мотивационной составляющей пребывания путешественников.

Объекты придорожного сервиса как элементы туристической инфраструктуры по отношению к фокусам притяжения туристов можно классифицировать как находящиеся: у больших городов, вблизи малых и средних городов, в пригородной зоне, в приграничной зоне, в пределах сельского поселения, на межселенной территории, в пределах транзитного маршрута. Тип примыкания к туристической зоне объектов придорожного сервиса может быть следующий: в составе туристической зоны и в пределах 5 км от объекта туризма (в пятиминутной доступности), поясное размещение за границей туристической зоны в пределах 25 км (в пределах получасовой доступности), отдельное размещение вне туристической зоны более 25 км (за пределами получасовой доступности). В Беларуси предусматривается формирование участков туристических коридоров, имеющих историко-культурную тематику: «Белорусский венок» (Брестская область – Туров – Житковичи – Калинковичи – Гомель – Ветка – Чечерск – Могилевская область) и «Из варяг в греки вдоль Днепра» (Украина – Гомель – Могилевская область – Рогачев – Жлобин – Стрешин – Речица – Лоев – Украина).

Рассмотрим в качестве примера автомобильную дорогу республиканского значения М10 граница России – Гомель – Кобрин, протяженностью 526 км, обеспечивающую транзитные и внутренние перемещения в направлении Восток – Запад. Потенциал трассы реализуется крайне недостаточно. Многие участки характеризуются малой среднесуточной интенсивностью транспортного потока. Соответственно и удовлетворительное состояние трассы на протяжении долгого времени поддерживалось за счет эпизодических ремонтов, начало реконструкции планируется в 2019 году. Автодорога, обладая определенной туристической значимостью, выражающейся в распределении вдоль нее объектов и событий реального и потенциального туризма, не имеет достаточного количественного и качественного инфраструктурного наполнения.

Объект придорожного сервиса, предназначенный для обслуживания туристов, является комплексным предприятием, сочетающим многие функции, и может быть представлен в виде взаимосвязанных функциональных блоков (рисунки 1).

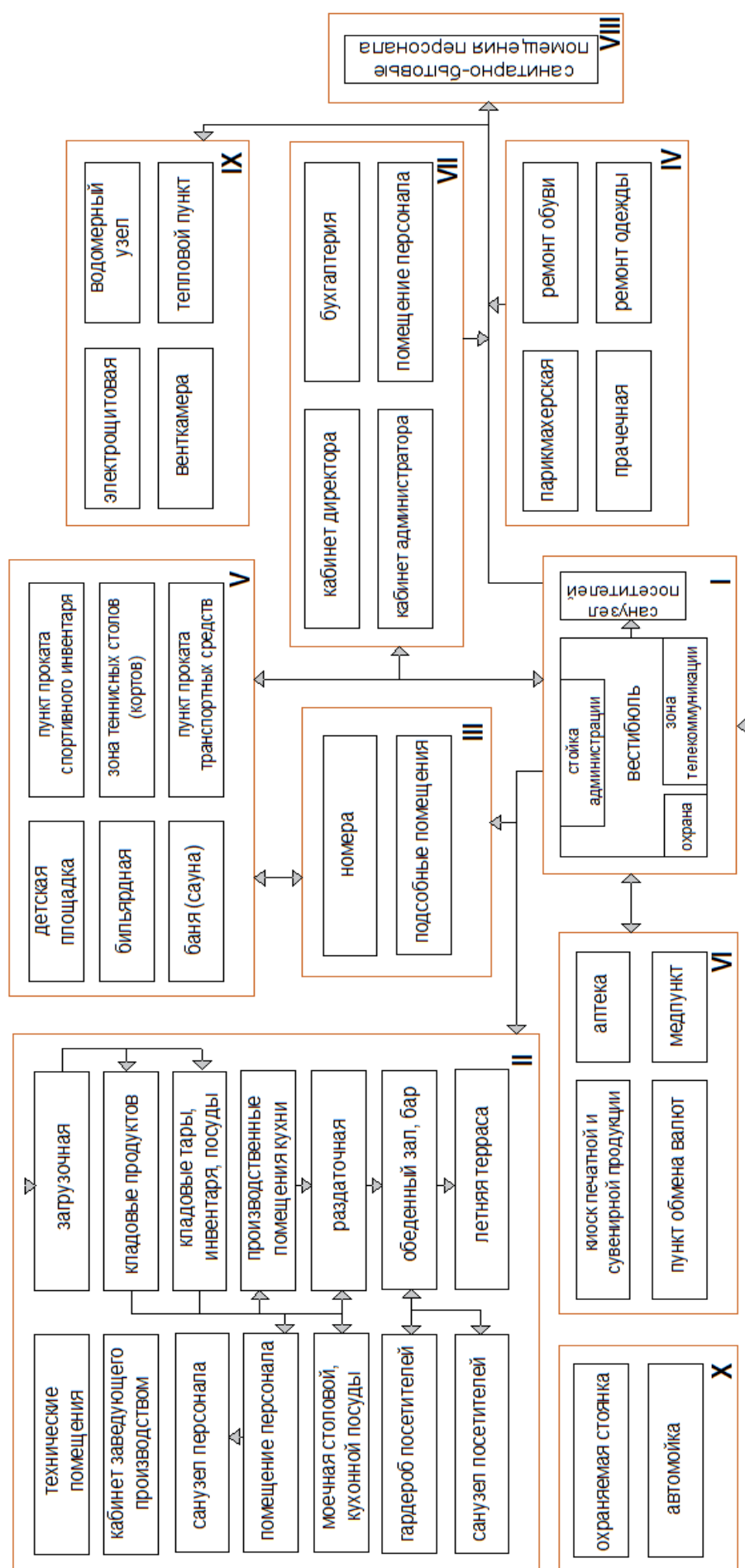


Рис. 1. Функциональная схема объекта придорожного сервиса в соответствии с принципом туристического соседствования.

I – входная группа со стойкой регистрации, II – пункт питания, III – пункт питания, IV – группа помещений бытового обслуживания, V – помещения и зоны досугового назначения, VI – помещения сопутствующего обслуживания, VII – административные помещения, VIII – санитарно-бытовые помещения, IX – технические помещения, X – зоны транспортного

Блоки помещений досугового назначения и сопутствующего обслуживания наиболее трансформируемы. Общая вариативность планировочной структуры таких объектов связана с модификацией и комбинацией отдельных структурных элементов. Вместе с тем, актуален вопрос экономически эффективного строительства. Каждая из представленных функциональных зон традиционно достаточно компактна, что зависит от интенсивности использования участка автодороги и ожидаемого числа пользователей. К примеру вместимость объектов питания зачастую не превышает 50 мест. В соответствии с ТКП 45-3.02-36-2006 «Здания и помещения объектов общественного питания. Правила проектирования» допускается объединять в одном помещении горячий и холодный или горячий, холодный и доготовочный цехи, а также моечные столовой и кухонной посуды. Заметим, что номенклатура помещений автомобильной мойки представлена моечным отделением, клиентской, котельной, служебным, а также санитарно-бытовыми помещениями посетителей и персонала. Зона досугового назначения может включать детскую площадку, бильярд, боулинг, баню (сауну), пункт проката спортивного инвентаря, зоны для занятий теннисом и прочее. Баня или сауна традиционно представлена моечной, парной, раздевальной, комнатой отдыха, санитарными помещениями. В качестве банковского обслуживания преимущественно востребованы аппараты самообслуживания (банкоматы, терминалы) и пункты обмена валют. Автозаправочные станции не включены в состав данных объектов, однако их размещение вдоль трассы должно быть регулярным с интервалом 25-35 км в составе комплексных предприятий или обособленно. Автозаправочные станции – объекты с интенсивным автомобильным движением в течение суток, а значит их размещение в составе комплекса, ориентированного на обслуживание туристов, не согласуется с задачами рекреации пользователей.

Обследование ряда автодорог республиканского значения Беларуси, в том числе М10, показало наличие объектов, которые можно отнести к туристической инфраструктуре. В таблице 1 приведены некоторые из них, попадающие в зону влияния мест туризма. Значительному их числу необходимо расширение. Другие же

заведения, несмотря на близость фокусов притяжения туристов, первоначально не ориентированы на данную целевую аудиторию, и не имеют возможности расширения или переустройство нецелесообразно. Объектам, изначально нацеленным на обслуживание туристов, свойственна развитая структура и отдельное внимание архитектурно-художественному решению, которое, как показывает практика, чаще выражается в использовании в интерьере и экстерьере национальной тематики. Для создания высокого уровня инфраструктурной обеспеченности необходимо формирование объектов сервиса на автодорогах вблизи туристических мест, что упростит поиск средств питания и размещения путешественников и соответственно повысит уровень безопасности и комфорта пребывания на территории страны.

Туристический маршрут, проложенный по автодороге М10, может быть весьма специфичным и включать следующие направления: религиозный, событийный и экологический туризм, а также комплексные туры. Южная Беларусь, где пролегла рассматриваемая трасса, занимает низменную территорию в бассейнах Западного Буга, Припяти и среднего течения Днепра, известную как Белорусское Полесье. Указанная местность отличается большим числом деревянных и каменных храмов, костелов и часовен, возведенных в период XVII-XX вв. и внесенных в список историко-культурных ценностей страны, что позволяет формировать как тематический религиозный маршрут, так и включать отдельные объекты в комплексные туры. В таблице 1 обозначены некоторые из них, однако необходимо детальное изучение имеющегося перечня и выделение среди большого числа объектов наиболее значимых, ранних, представляющих интерес для туристов. Крупные мероприятия событийного направления способны положительно повлиять на жизнь малых городов и сельских населенных мест. К факторам, осложняющим планирование туристических поездок и развитие соответствующей инфраструктуры в Беларуси, можно отнести эпизодичность проведения мероприятий, недостаточные обширность тематики и качественный уровень организации, отсутствие активного участия объектов обслуживания в сервисах онлайн-бронирования.

Таблица 1

Принцип туристического соседствования применительно к объектам придорожного сервиса
(трасса М10 граница России – Гомель – Кобрин)

№ п/п	Населенный пункт	Объекты туризма	Наличие ОПС	Тип размещения ОПС	Рекомендуемое наполнение
1	Город Кобрин, Брестская область	Днепровско-Бугский канал, костел Вознесения Девы Марии, собор св. Александра Невского, храм протестантский Евангельских христиан-баптистов, церковь св. Николая монастырь Спасский: жилой корпус, брама и пр.	отсутствует		пункт питания, пункт постоя, киоск печатной и сувенирной продукции, автомойка, охраняемая стоянка, пункт проката транспортных средств, досуговые зоны, аптека, пункт банковских услуг
	Деревня Буховичи, Кобринский район, Брестская область	Церковь Покровская			
	Деревня Гирск, Кобринский район, Брестская область	Ветряная мельница			
	Деревня Закозель, Дрогичинский район, Брестская область	Усадьба Ожешко: часовня-усыпальница, винокурня и пр.			
	Деревня Перкови-чи, Дрогичинский район, Брестская область	Усадьба Вислоухов, церковь Успенская			
2	Деревня Молодово, Ивановский район, Брестская область	Часовня католическая	Придорожный комплекс «Светлана», гостиница «М-10», АЗС №62, 420 км, д. Посеничи, Пинский район	 	возможно дополнение досуговыми зонами, киоском продажи печатной и сувенирной продукции, медпунктом, прачечной
	Деревня Мотоль, Ивановский район, Брестская область	Фестиваль «Мотальские прысмаки», церковь Спасо-Преображенская			
	Город Иваново, Брестская область	Костел Крестовоздвиженский, памятник и мемориальный знак Наполеону Орде, церковь Покровская			
	Деревня Дубое, Пинский район, Брестская область	Усадьба Куренецких: часовня, брама, парк, дом Боны Сфорца. церковь Рождества Богородицы			
	Город Пинск, Брестская область	Коллегиум иезуитов, дворец Бутримовича, монастырь францисканцев, костел св. Карла Баромея, часовня придорожная и пр.			
3	Город Туров, Житковичский район, Гомельская область	Городище, каменный крест, памятник Кириллу Туровскому, биологический заказник «Туровский луг»	Кафе «Дорожное», 291 км, Житков		пункт питания, пункт постоя, пункт продажи сувенирной и печатной

	Агродорожок Лясковичи, Петриковский район, Гомельская область	Национальный парк «Припятский», фестиваль этнокультурных традиций «Зов Полесья»	ичский район		продукции, баня (сауна), аптека, (медпункт), охраняемая стоянка, досуговые зоны
4	Город Мозырь, Гомельская область	Монастырь бернардинцев, монастырь цистерцианок, особняк городской	отсутст вует		пункт питания, пункт постоя, киоск продажи печатной и сувенирной продукции, охраняемая стоянка, пункт банковских услуг, прачечная, досуговые зоны
	Деревня Юровичи, Калинковичский район, Гомельская область	Монастырь иезуитов			
	Деревня Борисовщина, Хойникский район, Гомельская область	Усадьба Эстремских: водонапорная башня, служебные и хозяйственные постройки			
	Деревни Большие и Малые Автюки, Калинковичского района Гомельской области	Фестиваль народного юмора «Автюки»			
5	Город Речица и Речицкий район, Гомельская область	Маршрут «Нефтяной»	имеется в составе маршру та		возможно расширение необходимыми услугами при развитии маршрута
6	Город Гомель	Дворец Румянцевых и Паскевичей, Собор св. Петра и Павла, часовня- усыпальница Паскевичей, монастырь Никольский, дом доходный Маянца, усадьба Богуславских и пр.	отсутст вует		пункт питания, пункт постоя, баня (сауна), киоск печатной и сувенирной продукции, досуговые зоны, пункт банковских услуг, пункт проката транспортных средств, аптека, автомойка

Примечание. ОПС – объект придорожного сервиса. Тип размещения:  – ядро (в составе туристической зоны и в пределах 5 км),  – поясное размещение (в пределах 25 км),  – отдельное размещение (более 25 км).

Развитие сети объектов указанного назначения важно вести одновременно с совершенствованием предоставляемых экскурсионных услуг, повышением качества и туристской ценности посещаемых объектов и вовлечением новых ресурсов, использованием новейших разработок в сфере банковского и телекоммуникационного обслуживания, средств дистанционного бронирования, проката транспортных средств и снаряжения

и прочего с целью привлечения и удержания туристского интереса. Кроме качества самого объекта показа и системы обслуживания, соответствующего положительным ожиданиям путешественников, важен методический аспект, подразумевающий умение презентовать имеющийся ресурс достаточным объемом информации, наполненностью фактами информационного сообщения.

Литература:

1. Дзяржаўны спіс гісторыка-культурных каштоўнасцей Рэспублікі Беларусь / склад. В.Я. Абламскі, І.М. Чарняўскі, Ю.А. Барысюк. – Мінск : БЕЛТА, 2009. – 684 с.
2. Евстратенко А. В., Леончик С. А. О некоторых особенностях размещения объектов придорожного сервиса в Республике Беларусь//Архитектура : сборник научных трудов. 2018. Вып. 11. С. 159–164.
3. Малков И.Г., Евстратенко А.В. Принципы общей архитектурной организации пространства объектов придорожного сервиса в Беларуси//Вестник МГСУ. 2018. Т. 13. Вып. 5 (116). С. 568–578.

РОҶИ АВТОМОБИЛГАРД – ҲАМЧУН ХАТСАЙРИ САЙЁҶИ

А.В. Евстратенко

Дар мақолаи мазкур аҳамияти роҳҳои автомобилгарди Белорус чун долони сайёҳӣ ва қимати хоси он ба сифати инфрасохтори туризм баррасӣ гардидааст. Нақши роҳҳои аҳамияти ҷумҳуриявии М10 марзи Федератсияи Россия – Гомел – Кобрин ва имконоти истифодаи сайёҳии он таҳлил шудааст. Доир ба ҷалби роҳҳои автомобилгарди аҳамияти ҷумҳуриявӣ ба системаи сайёҳии Белорус тавсияҳо дода шуда, сохтор ва

схемаи умумии минтақасозии функционалии объектҳои додашуда пешниҳод шудааст.

Калимаҳои калидӣ: объекти хизматрасонии назди роҳӣ, инфрасохтори сайёҳӣ, хизматрасонӣ, минтақасозии функционалӣ, сарчашма.

HIGHWAY AS A TOURIST ROUTE

A.V. Evstratenko.

The article deals with the role of the Belarusian highway as a tourist corridor, and its inherent arrangement as a tourism infrastructure. The role of the route of the republican importance of the M10 border of the Russian Federation - Gomel - Kobrin and the possibilities of its tourist use is analyzed. Recommendations on the involvement of roads of national importance in the tourist system of Belarus are given. A structure and a general scheme for the functional zoning of these objects are proposed.

Key words: object of roadside service, tourist infrastructure, service, functional zoning, resource.

Сведения об авторе:

Евстратенко Анжелика Владимировна – аспирант кафедры «Архитектура и строительство», Белорусский государственный университет транспорта (БелГУТ), e-mail: krisis@inbox.ru, тел. +375293061634.

УСИЛЕНИЕ БАЛОК МЕТОДОМ ИЗМЕНЕНИЯ КОНСТРУКТИВНОЙ СХЕМЫ

А.К. Рафиев, Ф. Марамов

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

В статье приведены результаты численных экспериментов усиления балок методом изменения конструктивной схемы. Причиной, приводящей к необходимости усиления балки, является увеличение нагрузки. Рассмотрены 3 способа усиления балок при увеличении полезной нагрузки на балку на 50%. В качестве критерия эффективности способа усиления принят расход стали на усиление балки.

Ключевые слова: балка, накладка, неразрезная балка, нормативная нагрузка, подкос, пояс, усиление балки, шпренгельная конструкция.

Основными методами усиления балок являются:

- увеличение площади поперечного сечения;
- изменение конструктивной схемы балки;
- регулирование напряжений (усилий).

В работах [1, 2, 3] предложены различные способы усиления балок методом изменения их конструктивной схемы (рис. 1). Следует отметить, что возможны и другие способы изменения конструктивной схемы балок.

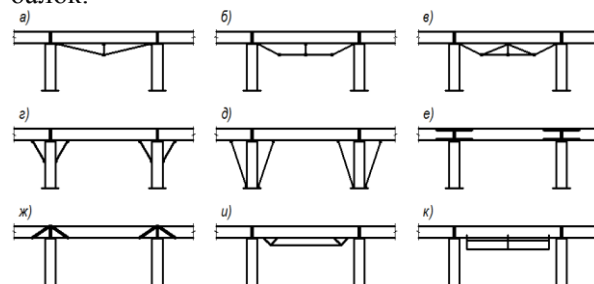


Рис. 1. Схемы усиления балок путем изменения их конструктивной схемы

По данной тематике выполнено достаточно большое количество работ. Однако в литературе отсутствует сравнительный анализ эффективности (экономичности) приме-

нения предложенных способов усиления. В данной работе рассмотрены три способа усиления балки путем изменения их конструктивной схемы и выполнен сравнительный анализ этих способов по расходу стали на усиление одной балки.

Основная балка. В качестве основной балки рассмотрена главная балка балочной площадки (за аналог принята балка, рассмотренная в примере 7.3 [4]) размером $3L \times 3B = 3 \cdot 12 \times 3 \cdot 6$ м с металлическим настилом. Дано: временная нормативная, равномерно распределенная по площади нагрузка $p^n = 20$ кН/м², материал – сталь марки ВСт3Гпс5-1 с $R_y = 23$ кН/см². Вес настила и балок настила $g_1 = 1,15$ кН/м², коэффициент условий работы $\gamma_c = 1$.

Нормативная и расчетная нагрузки на балку:

$$q^n = k(p^n + g_1)B = 1,02(20 + 1,15)6 = 129,4 \text{ кН/м};$$

$$q = k(\gamma_{fp} p^n + \gamma_{fg} g_1)B = 1,02(1,2 \cdot 20 + 1,05 \cdot 1,15)6 = 154,3 \text{ кН/м};$$

Расчетный изгибающий момент в середине пролета $M_{max} = 2777,4$ кН·м. Поперечная сила на опоре $Q_{max} = 925,8$ кН.

Главная балка рассчитана с учетом развития пластических деформаций и получено $t_w = 1$ см; $h_w = 116$ см; $t_f = 2$ см; $b_f = 38$ см; $h = 120$ см; $A = 268$ см²; $W = 10\,978$ см³; $c_1 = 1,105$ (рис. 2, б, сечение 2-2).

Наибольшее нормальное напряжение в балке

$$\sigma = M_{max} / c_1 W = 2777\,40 / 1,105 \cdot 10\,987 = 22,88 \text{ кН/см}^2 < R_y \gamma_c = 23 \cdot 1 = 23 \text{ кН/см}^2.$$

Максимальный прогиб балки $f_{max} = 2,62$ см $< L/400 = 1200/400 = 3$ см.

Изменение сечения балки произведено симметрично относительно середины балки путем уменьшения ширины поясов на расстоянии $x_1 = L/6 = 12/6 = 2$ м от опоры:

$$\sigma_1 = M_1 / W_1 = 154\,300 / 7970 = 19,36 \text{ кН/см}^2 < R_{wy} = 23 \cdot 0,85 = 19,55 \text{ кН/см}^2.$$

Расход стали на балку: $q = 2620$ кг.

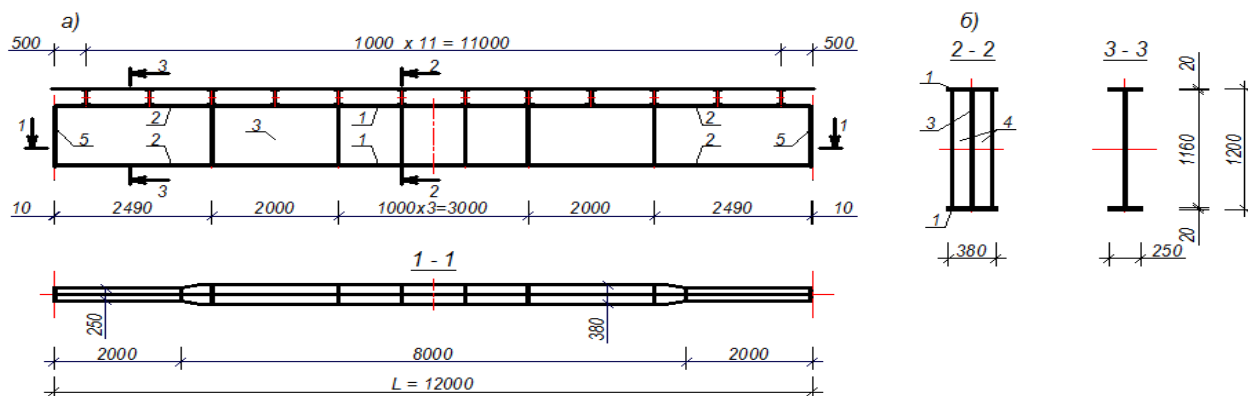


Рис. 2. Главная балка рабочей площадки: 1 – пояс 380х20, $l = 8$ м; 2 – пояс 250х20 мм, $l = 2$ м; 3 – стенка 1160х10 мм, $l = 12$ м; 4 – поперечные ребра жесткости 150х10 мм, $l = 1,16$ м; 5 – опорное ребро 250х20 мм, $l = 1,21$ м

Предполагается, что причиной, приводящей к необходимости усиления балки, является увеличение нагрузки, например, увеличение временной нормативной, равномерно распределенной по площади нагрузки p^n на 50%, т.е. $p^{n(vc)} = 20 \cdot 1,5 = 30$ кН/м².

Нормативная и расчетная нагрузки на усиливаемую балку: $q^{n(vc)} = 190,6$ кН/м; $q^{vc} = 227,7$ кН/м.

Способ I. Усиление балки добавочной конструкцией в виде шпренгеля. Предварительные расчеты показали, что из предложенных способов (рис. 1, а, б, в) наиболее эффективной является схема, показанная на рис. 1, в.

Следует отметить, что применение такой схемы усиления возможно при наличии свободного пространства под центральной частью балки. Также необходимо иметь в виду, что при использовании такой схемы следует обеспечить конструктивные методы раскрепления точек перегиба шпренгеля из плоскости системы.

Добавочную конструкцию принимаем в виде шпренгеля, все стержни которых состоят из парных уголков. В результате получаем ферму, верхний пояс которого состоит из относительно жесткого элемента (основная балка) и нижнего пояса и решетки из парных уголков.

Для того, чтобы не усиливать основную балку, необходимо выполнение условия $\sigma_i \leq R_y \gamma_c$, после увеличения полезной нагрузки. При принятии схемы усиления по рис. 1 в сечениях балки возникают напряжения не только от изгиба σ_M , но и от сжатия σ_N , и они должны быть меньше несущей способности балки, т.е.

$$\sigma_i = \sigma_M \pm \sigma_N \leq R_y \gamma_c.$$

Также должно выполняться условие жесткости, т.е. $f_{max}^{yc} \leq L/400 = 1200/400 = 3$ см.

Выполнения этих требований можно добиться методом подбора стержней шпренгеля (фермы).

Основная балка со всеми характеристиками приведена на рис. 2. Разбиваем балку

на 12 равных частей (для совпадения узлов соединения шпренгеля).

Для стержней шпренгеля принимаем парные уголки размерами:

-нижний пояс (ломаный): 125х14; -стойки: 100х8; -раскосы: 75х6.

Определяем усилия во всех элементах от расчетной нагрузки $q^{yc} = 227,7$ кН/м, приложенной к основной балке (рис. 3) по программе «Radius» (табл. 1).

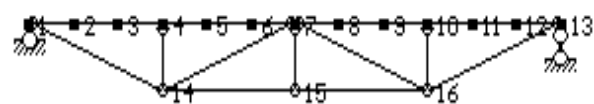


Рис. 3. Расчетная схема ($q^{yc} = 227,7$ кН/м условно не показана)

Таблица 1.

Моменты и нормальные усилия в сечениях элементов

№ узлов		Моменты, кН·см		Нормальные усилия, кН	
I	J	около узла I	около узла J	около узла I	около узла J
1	14	0	0	1317,3	1317,3
14	15	0	0	1284,5	1284,5
15	16	0	0	1284,5	1284,5
16	13	0	0	1317,3	1317,3
14	4	0	0	-535,92	-535,92
15	7	0	0	0	0
16	10	0	0	-535,93	-535,93
14	7	0	0	-118,9	-118,9
7	16	0	0	-118,9	-118,9
1	2	0,18018	-66325	-1178,2	-1178,2
2	3	66325	-1,0988E+05	-1178,2	-1178,2
3	4	1,0988E+05	-1,3067E+05	-1178,2	-1178,2
4	5	1,3067E+05	-1,8227E+05	-1178,2	-1178,2
5	6	1,8227E+05	-2,1111E+05	-1178,2	-1178,2
6	7	2,1111E+05	-2,1718E+05	-1178,2	-1178,2
7	8	2,1718E+05	-2,1111E+05	-1178,2	-1178,2
8	9	2,1111E+05	-1,8227E+05	-1178,2	-1178,2
9	10	1,8227E+05	-1,3067E+05	-1178,2	-1178,2
10	11	1,3067E+05	-1,0988E+05	-1178,2	-1178,2
11	12	1,0988E+05	-66326	-1178,2	-1178,2
12	13	66326	-0,34009	-1178,2	-1178,2

Проверяем напряжения в элементах:

а) основная балка

$$\sigma^I = \sigma_M \pm \sigma_N = M_z^{yc} / c_1 W^{yc} + N_z^{yc} / A = 217\,180 / 1,1 \cdot 10987 + 1178,2 / 268 = 17,97 + 4,40 = 22,37 \text{ кН/см}^2 < R_y \gamma_c = 23 \cdot 1 = 23 \text{ кН/см}^2.$$

б) стержни шпренгеля:

- нижний пояс, стержень 1-14: $N = 1317,3$ кН; $l_{0x} = 335$ см; $l_{0y} = 600$ см (узел 15 всех балок раскрепляем в поперечном направлении распорками из парных уголков

63х5). Тогда: $\lambda_x = l_{0x} / i_x = 335 / 3,8 = 88 < [\lambda] = 250$; $\lambda_y = l_{0y} / i_y = 600 / 5,6 = 107 < [\lambda] = 250$. $\sigma = N / A = 1317,3 / 66,8 = 19,7 \text{ кН/см}^2 < R_y \gamma_c = 25 \cdot 0,95 = 23,75 \text{ кН/см}^2$.

- стойки, стержень 14-4: $N = -535,92$ кН; $l_{0x} = 150 \cdot 0,8 = 120$ см; $l_{0y} = 150$ см; $\lambda_x = l_{0x} / i_x = 120 / 3,07 = 39,1 < [\lambda] = 150$; $\varphi_{min} = 0,895$; $\lambda_y = l_{0y} / i_y = 150 / 4,47 = 34 < [\lambda] = 150$; $\sigma = N / (\varphi_{min} A) = 535,92 / (0,895 \cdot 31) = 19,3 \text{ кН/см}^2 < R_y \gamma_c = 25 \cdot 0,8 = 20 \text{ кН/см}^2$.

- раскосы, стержень 14-7: $N = -118,9$ кН; $l_{0x} = 335 \cdot 0,8 = 268$ см; $l_{0y} = 335$ см; $\lambda_x = l_{0x} / i_x = 268 / 2,3 = 117 < [\lambda] = 150$; $\varphi_{min} = 0,423$; $\lambda_y = l_{0y} / i_y = 335 / 3,3 = 102 < [\lambda] = 150$; $\sigma = N / \varphi_{min} A = 118,9 / (0,423 \cdot 17,56) = 16,0$ кН/см² $< R_{y\gamma c} = 25 \cdot 0,8 = 20$ кН/см².

Прочность растянутых и устойчивость всех сжатых элементов, включая основную балку, обеспечена.

Максимальные усилия и напряжения в балке после усиления и приложения дополнительной нагрузки меньше, чем в исходной балке, поэтому общая устойчивость балки и устойчивость ее элементов обеспечена и нет необходимости их проверки.

Максимальный прогиб конструкции от нормативных нагрузок также определен по программе «Radius» и составляет $f_{max}^{yc} = f_7 = f_{15} = 1,9795$ см $< L / 400 = 1200 / 400 = 3$ см. При этом жесткости элементов приняты по фактически полученным сечениям.

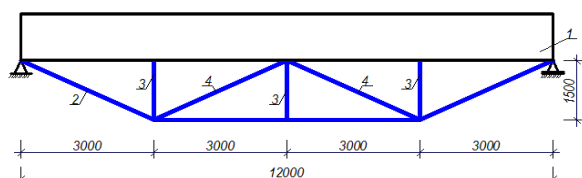


Рис. 4. Схема усиления балки по способу I: 1 – усиливаемая балка; 2 – 125х14, $l_{общ} = 12,7$ м; 3 – 100х8, $l = 1,5$ м; 4 – 75х6, $l = 3,35$ м

Определяем расход стали на усиление балки по способу I:

$$q_I = (g_1 + g_2 + g_3 + g_4)k = (2 \cdot 26,2 \cdot 12,7 + 3 \cdot 2 \cdot 12,2 \cdot 1,5 + 2 \cdot 2 \cdot 6,89 \cdot 3,35 + 2 \cdot 4,81 \cdot 6) \cdot 1,05 = (665,5 + 109,8 + 92,3 + 57,7) \cdot 1,05 \approx 972 \text{ кг},$$

где $k=1,05$ – коэффициент, учитывающий расход стали на фасонки, прокладки и т.д.

Способ II. Усиление балки подкосами. Применение такой схемы усиления возможно при наличии свободного пространства под опорными частями балки. Рассмотрели два варианта усиления балки подкосами (рис. 1, г, д). Предварительные расчеты показали, что при применении схемы рис. 1, г) расход стали на усиление балок, т.е. расход стали на подкосы, минимален, но в то же время колонны будут подвергаться не только сжатию, но и изгибу, поэтому могут потребовать больше расхода на усиление, чем по схеме (рис. 1, д). Следует отметить, что при многопролетном здании сжатию с изгибом будут подвергаться только крайние колонны, что снижает расход стали на

усиление колонн по схеме (рис. 1, г). При применении схемы (рис. 1, д) расход стали на подкосы относительно больше, но усилия передаются непосредственно на фундаменты и расход стали на усиление колонн минимален. Выбор между схемами (рис. 1, г) и (рис. 1, д) главным образом зависит от количества пролетов и высоты колонн.

В нашем примере количество пролетов – 3, т.е. немного, высота колонн – 5,6 м, т.е. небольшая, поэтому принимаем схему (рис. 1, д). В качестве подкосов можно принимать парные уголки, швеллеры или двутавры. Предварительные расчеты показали, что для такой схемы усиления наиболее предпочтительны швеллеры.

Для того, чтобы не усиливать основную балку, необходимо выполнение условия $\sigma_i = \sigma_M \pm \sigma_N \leq R_y \gamma_c$, после увеличения полезной нагрузки, а также $f_{max}^{yc} \leq L / 400 = 1200 / 400 = 3$ см.

Выполнение этих требований можно добиться подбором сечения подкосов.

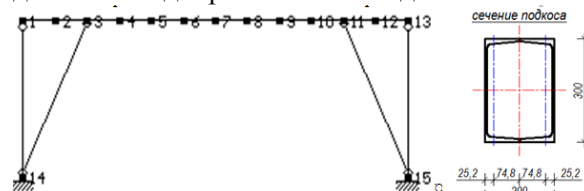


Рис. 5. Схема усиления балки по способу II ($q^{yc} = 227,7$ кН/м условно не показана): подкос – из парных швеллеров №30

Основная балка со всеми характеристиками приведена на рис. 2, схема усиления балки подкосами – на рис. 5.

Усилия во всех сечениях элементов от расчетных нагрузок, а также перемещения узлов конструкции определены по программе и составляют: $M_7^{yc} = 152\,530$ кН·см; $N_7^{yc} = 459,11$ кН; $f_{max}^{yc} = f_7 = 1,0463$ см $< L / 400 = 1200 / 400 = 3$ см.

Проверяем напряжения в элементах:

а) основная балка: $\sigma^I = \sigma_M \pm \sigma_N = M_7^{yc} / c_1 W^{yc} + N_7^{yc} / A = 152\,530 / (1,1 \cdot 10987) + 459,11 / 268 = 12,62 + 1,71 = 14,33$ кН/см² $< R_{y\gamma c} = 23 \cdot 1 = 23$ кН/см².

б) подкосы, стержни 14-3 и 15-11: $N = -1366,3$ кН; $l_{0x} = l_{0y} = 594,6$ см; $\lambda_{max} = l_{0y} / i_y = 594,6 / 8 = 74$; $\varphi_{min} = 0,718$; $\sigma = N_{14-3}^{yc} / \varphi_{min} A = 1366,3 / (0,718 \cdot 81) = 23,5$ кН/см² $< R_{y\gamma c} = 25 \cdot 0,95 = 23,75$ кН/см².

Прочность (устойчивость) всех элементов, включая основную балку, обеспечена.

Как видно, максимальные напряжения в основной балке значительно меньше несущей способности балки. Уменьшая

сечение подкосов, можно добиться приближения максимальных напряжений в балке к несущей способности балки. Однако уменьшение сечения подкосов невозможно, так как их прочность (устойчивость) не будет обеспечена.

Определяем расход стали на усиление балки по способу II:

$$q_{II} = g_1 k = 31,8 \cdot 2,5,946 \cdot 2,1,03 \approx 779 \text{ кг},$$

где $k=1,05$ – коэффициент, учитывающий расход стали на фасонки, траверсы и т.д.

Способ III. Усиление балки путем превращения статически определимых разрезных балок в статически неопределимую неразрезную балку. Если количество пролетов $n \geq 3$, эффективным может оказаться способ усиления балки путем превращения статически определимых разрезных балок в статически неопределимую неразрезную балку (рис. 1, е).

Для определения картины распределения усилий построим эпюру моментов в неразрезной балке от расчетных нагрузок $q^{yc} = 227,7 \text{ кН/м}$ (рис. 6).

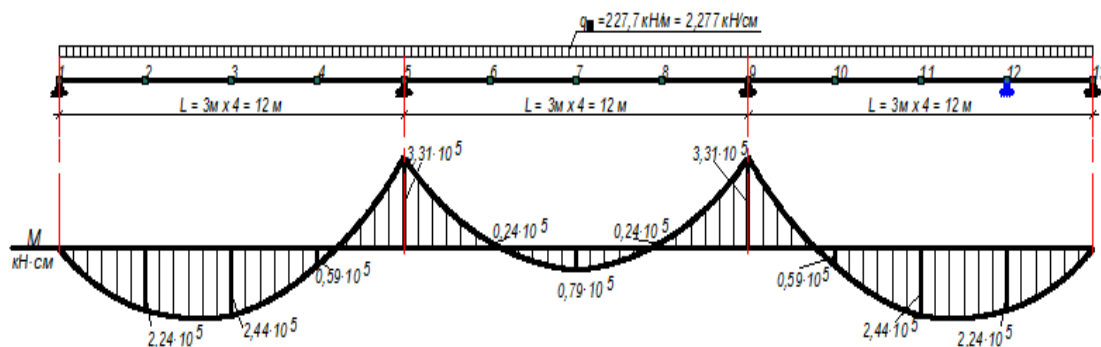


Рис. 6. Эпюра моментов

Из рис. 6 видно, что усиления требуют опорные участки балок только над средними опорами. Неразрезная балка и нагрузка на нее симметричны относительно середины второго пролета, поэтому усилия, возникающие в ее сечениях, также будут симметричными относительно середины второго пролета. Усиление опорных участков производим постановкой листовых накладок 1 ÷ 4 по схеме, показанной на рис. 7.

После проведения нескольких предварительных расчетов выяснили, что для элементов усиления (накладок) необходимо принимать листы, указанные на рис. 7. Расчеты показали, что прочность, общая устойчивость балки и местная устойчивость ее элементов обеспечены.

Известно, что прогибы в неразрезной балке всегда меньше, чем в разрезной, но все же проверили максимальный прогиб конструкции от нормативных нагрузок, который составил: $f_{max}^{yc} = f_3 = 2,006 \text{ см} < L/400 = 1200/400 = 3 \text{ см}$.

Соединение накладок 1 ÷ 4 к поясам производим на сварке угловыми швами электродами Э46А аналогично соединению стенки к поясам в основной балке.

Стык стенок балок смежных пролетов выполняем посредством соединения опорных ребер балок высокопрочными болтами.

Монтажный элемент исходной балки сечением 250x20, $l=750$ заменяем элементом 5 сечением 250x20, $l=1230$ (рис. 7). Стык осуществляем высокопрочными болтами $d = 16 \text{ мм}$ из стали 38ХС «селект». Расчеты показали, что для соединения стенок смежных балок необходимо 4 вертикальных ряда по 12 болтов в каждом ряду.

Определяем расход стали на усиление одной опоры (средние опоры) балки по способу III:

$$\begin{aligned} q_{III}^{on} &= k(g_1 + g_2 \cdot 2 + g_3 \cdot 2 + g_4 \cdot 2 + g_5 + g_6 \cdot 8) = \\ &= 1,1[23 \cdot 1,4 \cdot 84 + (12 \cdot 1,4 \cdot 160 \cdot 2 + 27 \cdot 1,4 \cdot 39 \\ &+ 10 \cdot 1,4 \cdot 160 \cdot 2) \cdot 2 + 25 \cdot 2 \cdot 123 + 12 \cdot 1 \cdot 113 \cdot 8] \cdot 7850 \cdot 10^{-6} = 366 \text{ кг}, \end{aligned}$$

где k – коэффициент, учитывающий расход стали на сварку и болты; g_1, g_2, g_3, g_4 – вес накладок; g_5 – вес листа (элемент 5) между опорными ребрами балок; g_6 – вес дополнительных поперечных ребер жесткости.

На усиление одной балки расход стали составляет:

$$q_{III} = q_{III}^{on} \cdot n^{on} / n^{балок} = 366 \cdot 2/3 = 244 \text{ кг},$$

где $n^{on} = 2$ – количество опор, требующих усиления; $n^{балок} = 3$ – количество балок.

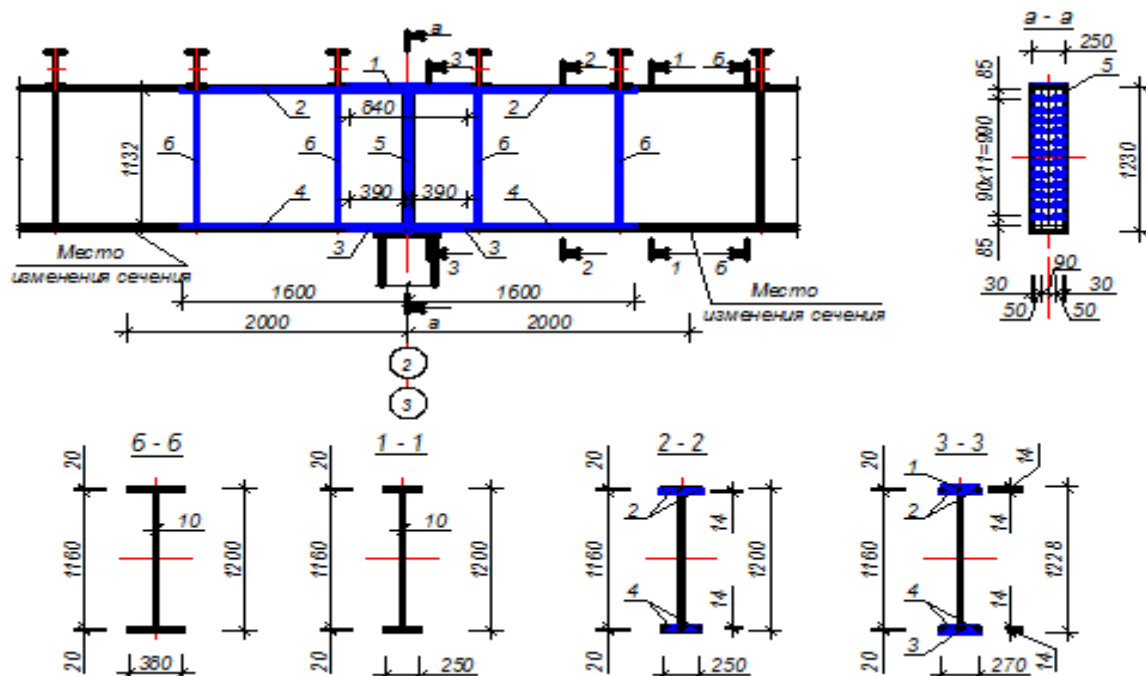


Рис. 7. Схема усиления балки над средними опорами: 1 – 230x14, $l=840$ мм; 2 – 120x14, $l=1600$ мм; 3 – 270x14, $l=390$ мм; 4 – 100x14, $l=1600$ мм; 5 – 250x20, $l=1230$ мм; 6 – 120x10, $l=1130$ мм

Производство работ. Все работы по усилению конструкций должны выполняться в соответствии с рекомендациями [1]. В частности, для обеспечения совместной работы элементов усиления с элементами основной балки необходимо:

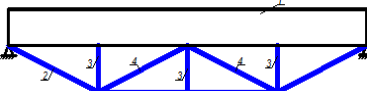
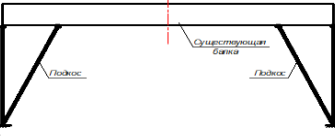
- частичная разгрузка основной балки;
- установка элементов усиления в проектное положение и их фиксация;
- соединение элементов усиления с элементами основной балки.

Разгрузка основной балки выполняется домкратами. Необходимые усилия, подава-

емые домкратами для подъема балки, определяются теоретически из условия равенства нулю момента в середине пролета балки. После выполнения усиления и приложения дополнительной нагрузки усилия в домкратах плавно уменьшаются до нуля, затем домкраты снимаются. Этот процесс поочередно выполняется для всех балок.

Для сравнительного анализа составим общую таблицу расхода стали на усиление балки.

Таблица 2.

Расход стали на усиление одной балки			
Метод	№/№ способа	Схема и краткая характеристика способа	Расход стали, кг
Изменение конструктивной схемы	I	 Усиление балки стержневой конструкцией в виде шпренгеля из парных равнополочных уголков	972
	II	 Усиление балки подкосами из парных швеллеров	779
	III	 Усиление балки путем превращения статически определимых разрезных балок в статически неопределимую неразрезную балку	244

Вывод. 1. Определение усилий и перемещений произведено по программе «Radius», подбор и проверка прочности и устойчивости балок – вручную, в соответствии с требованиями норм. 2. Выполненные численные эксперименты показали очевидное преимущество способа III по расходу стали для усиления одной балки $q_{III} = 244 \text{ кг}$, поэтому для данного конкретного случая нами рекомендуется способ III.

Литература:

1. Пособие по проектированию усиления стальных конструкций (к СНиП II-23-81*) / Госстрой СССР – М., 1987. – 120 с.
2. Михайлов В.В., Макарьев Ю.А. Усиление стальных строительных конструкций. Учебное пособие. – Владимир, 2006. – 93 с.
3. Проектирование металлических конструкций. Спец. курс. Под общей редакцией В.В. Бирюлева. – Л., Стройиздат, 1990. – 432 с.
4. Беленя Е.И. Металлические конструкции – М. Стройиздат, 1985. – 559 с.

ПУРҚУВВАТКУНИИ БОЛОРҲО БО УСУЛИ ТАҒЙИРДИҲИИ СХЕМАИ КОНСТРУКТИВӢ

А.К. Рафиев, Ф. Марамов

Дар мақолаи мазкур натиҷаи озмоишҳои адабии пурқувваткунии болорҳо бо усули тағйирдиҳии схемаи конструктивӣ оварда шудаанд. Сабаби зарурати пурқувваткунии болор – зиёд шудани борҳо мебошад. Се усули пурқувваткунии болор ҳангоми зиёд-

шавии борҳои муфид ба болор ба андозаи 50% дида баромада шуданд. Ба сифати маҳаки бартарияти усули пурқувваткунии масрафи пулод барои пурқувваткунии қабул карда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: болор, варақа, болори нобурида, бори меъёрӣ, тиргак, камар, пурқувваткунии болор, конструкцияи шпренгелӣ.

STRENGTHENING OF BEAMS WITH THE METHOD OF STRUCTURAL DIAGRAM ALTERATION

A.K. Rafiev, F. Maramov

There are introduced the results of numerical studies of strengthening of beams with the method of structural diagram alteration in the article. The increment of load is the reason of the necessity for strengthening of a beam. Three methods of strengthening of beams at actual load increase on a beam of 50% are shown. As criterion of efficiency of the strengthening method is accepted strengthening beam steel consumption.

Key words: Beam, butt strap, whole beam, design load, strut, band, beam strengthening, truss structure.

Сведения об авторах:

Рафиев Абдулвахоб Камолович – к.т.н., и.о. доцента кафедры «ПГС» ТТУ имени академика М.С. Осими. E-mail: arafiev60@mail.ru, тел. 93-7000-159.

Марамов Фаррух – магистрант кафедры «ПГС» ТТУ имени академика М.С. Осими.

УДК:625.144.5(575.2)(04)

СОСТАВ И КАЧЕСТВО ЗОЛОШЛАКОВ БИШКЕКСКОЙ ТЭЦ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ЦЕЛЕЙ

Н.Ж. Маданбеков, Б.Ж. Осмонова

Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры имени Н. Исанова

В статье представлены основные характеристики топлива, которое применяется при сжигании в топках ТЭЦ г. Бишкек, а также продукты его сгорания (топливная зола, зола-унос) с целью использования в строительстве.

Ключевые слова: зола-унос, метеофакты, оплавленный, гидравлический, окись кальция, кремнезем, глинезем, силикат, агрегирование.

Город Бишкек по объему выбросов входит в список объектов с высоким уровнем

загрязнения атмосферы и почвенного покрова.

В результате антропогенного воздействия ТЭЦ, объекты окружающей среды г. Бишкека: почва, вода, воздух, продукты растительного происхождения подвергаются различным физическим и химическим загрязнениям.

При этом главную опасность представляют собой загрязнение атмосферы и воды, а также накопление в почве тяжелых и токсичных металлов, содержащихся в выбросах ТЭЦ [1]. Всего основных

источников выбросов на ТЭЦ - 5, из них 2 источника – неорганизованных.

Совокупность метеофактов (особенно в зимнее время) способствует созданию условий, при которых интенсивность обмена в околослойных слоях атмосферы весьма мала, в результате чего возникает тепловая инверсия.

В настоящее время на Бишкекской ТЭЦ выработка энергии производится за счет сжигания или переработки природного органического сырья (угля, природного газа, мазута). Все энергетические котлы ТЭЦ оборудованы соответствующими установками [2].

Основная часть минеральной составляющей топлива переходит в процессе

сжигания в летучую золу, уносимую дымовыми газами. Зольность используемых углей ТЭЦ колеблется в пределах 10-55%. Соответственно изменяется и запыленность дымовых газов, достигая до высокочастотных углей 60-70 г/м³. Одной из важнейших особенностей золы является то, что частицы ее имеют различные размеры, которые находятся в диапазоне от 1-2 до 60 мкм и более. Химический состав золы твердого топлива разнообразен.

Проектным топливом ТЭЦ г.Бишкека служит рядовой уголь Карагандинского месторождения, промпродукт мокрого обогащения и отсева Ташкумырского угля. Основные характеристики сжигаемых углей ТЭЦ г. Бишкек приведены в табл.1.

Таблица 1.

Характеристики сжигаемого топлива ТЭЦ

Наименование топлива	Теплотворность, ккал/кг	Зольность, %	Содержание влаги, %	Содержание серы, %
Карагандинский	4882	38	9,0	0,8
Каракичинский	4020	13,4	16,5	1,15
Ташкумырский	4166	33,3	10,0	0,9

Расчет выброса веществ энергокотлами производится по формуле (количество золы на 1 кг сожженного топлива кг/кг):

$$G = \alpha_{\text{ун}} \frac{A^p}{100} \left(1 + \frac{G_{\text{ун}}}{100 - G_{\text{ун}}} \right)$$

где A^p - зольность топлива – 33,5%;
 $\alpha_{\text{ун}}$ - доля твердых частиц, уносимых из топки с дымовыми газами;
 $G_{\text{ун}}$ - содержание горючих в золе уноса, %.

Согласно принятой классификации, где золы классифицируются по виду и качеству топлива и от вида подготовки и

усилий сжигания, зола-унос ТЭЦ г.Бишкек является каменно-буроугольной, т.к. топлива ТЭЦ состояли из Карагандинских каменных углей и местных бурых углей.

На Бишкекской ТЭЦ зола в основном улавливается в электрофильтрах, а транспортируется пневматическим и гидравлическим способом.

Химический состав топливных зол. Зола сжигаемых на ТЭЦ каменных углей различных месторождений состоит в основном из SiO₂ и Al₂O₃. Химический состав золы уноса Бишкекской ТЭЦ представлен в табл.2.

Таблица 2.

Химический состав золы

Наименование месторождений углей	Содержание окислов в процентах											Гигр. влага
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	TiO ₂	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	п.п.п.	
Карагандинский №1	48,56	18,99	2,58	0,86	0,59	1,40	0,69	0,01	1,06	0,12	6,74	0,06
Каракичинский №2	54,50	23,51	5,57	0,57	0,79	2,30	1,23	0,92	1,72	0,42	8,88	0,29
Ташкумырский №3	44,56	33,74	9,91	1,95	1,01	4,15	0,90	1,00	0,16	0,05	2,95	0,81

Содержание несгоревших частиц топлива в исследуемых золах ТЭЦ колеблется от 4,32-5,74%, такое колебание потерь при прокаливании указывает на неравномерность

режима сжигания топлив ТЭС, что осложняет использование золы [3].

Особенности зол пылевидного топлива. Золы пылевидного топлива образуются в результате сжигания углей в пылевидном

состоянии в топках при температуре от 1100 до 1500⁰С. Сжигание углей, особенно его неорганической части, в зависимости от температуры сжигания сопровождается расплавлением, частичным спеканием и вспучиванием неорганических примесей, содержащихся в топливе; в большинстве случаев отдельные составляющие золы оплавляются, покрываясь стекловидной поверхностью.

По анализам О.А. Гершберга [4], вследствие быстрого сжигания пылеугольной смеси, содержащейся в минеральных остатках, окись кальция не может полностью войти в соединение с кремнеземом и глинеземом.

Следует полагать, что в этих условиях не могут образоваться многокальциевые силикаты и алюминаты, присущие обычным цементам. О.А.Гершберг считает, что часть извести остается свободной и, вследствие быстрого остывания газовых продуктов, вместо кристаллов образуются оплавленные частицы извести и однокальциевых силикатов.

М.П. Элинзон [5] полагает, что во время сжигания пылевидного топлива при температуре 1300-1500⁰С происходит образование алитов $3CaO \cdot xSiO_2$, как известно, являющихся составной частью цемента.

Есть основание полагать, что образование трехкальциевых силикатов возможно при довольно высоком содержании окиси кальция в неорганической части углей.

Очевидно, наличие в некоторых золах алитов придает этим золам цементирующее свойство.

В большинстве своем золы состоят из спекшихся или остеклованных частиц.

Данные петрографического анализа трех различных видов зол свидетельствуют о том, что в золах № 1, 2 и 3 (для удобства наименования № зол в тексте соответствуют золам порядковых номеров), в значительном количестве встречаются неоднородные агрегатные зерна в виде бесцветных или окрашенных в желтевато-бурый цвет шариков силикатного стекла; светопреломление этих стекловидных составляющих колеблется в широких пределах от 1,580 до 1,684, что свидетельствует о неоднородности их химического состава.

Основная масса окислов железа содержится в неагрегированном магнезите и поэтому она свободно отделяется при помощи магнита. Кроме того, окись железа находится также и в составе силикатного

стекла. Многие зерна кварца покрыты пленочками стекла, что свидетельствует о высокой температуре их обжига.

Зола №2 в большей степени имеет оплавленные зерна силикатного минерала. Особенностью золы №3 является значительно меньшее содержание агрегатных неоднородных зерен, т.е. сплавленных из различных минералов.

Обобщая данные петрографических исследований трех различных видов зол, можно заключить, что на различие в составах изученных зол влияет в основном разница содержащегося в них стекла и оплавленных остеклованных частиц кварца. Поэтому по данным химического анализа золы нельзя рассматривать весь кремнезем или глинозем как активные составляющие [6].

Очевидно, что частично остеклованный или полностью стекловидный SiO_2 и Al_2O_3 не могут быть активными при воздействии на них гидрата окиси кальция; только та часть кремнезема и глинезема, которые лишены оплавленности, взаимодействует с известью и образует кристаллические новообразования в виде гидросиликатов и гидроалюминатов кальция.

Эта точка зрения находит подтверждение в проведенном микроскопическом анализе этих же зол. При рассмотрении структуры зол под микроскопом выявлено заметное различие их по содержанию стекловидных частиц и структуры построения частиц.

Последующие лабораторные испытания образцов раствора из приготовленных на различных золах показали, что при всех прочих одинаковых условиях объемная масса и прочность образцов при сжатии различна (табл.3).

Таблица 3.

Результаты лабораторных испытаний

№ золы	Объемная масса в m/m^3	Прочность* при сжатии в МПа
1	1,42	92
2	1,32	196
3	1,4	165

*Прочность после твердения в автоклаве при давлении 0,8 МПа.

Заметная разница в прочности образцов не может явиться следствием только различия в химическом составе этих зол, хотя бы потому, что содержание в них основных составляющих SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 имеет незначительное отклонение.

Решающим фактором, влияющим на прочность образцов, является низкое содержание активных частиц золы, т.е. иными словами, сказывается степень остеклованности, которая препятствует взаимодействию составляющих золы с известью.

Частицы золы не могут проявить активных свойств, особенно при низких температурах тепловой обработки, и являются как бы инертным заполнителем.

Таким образом, все золы имеют больший или меньший процент остеклованных частиц.

При этом все они имеют круглый, шарообразный вид.

Такое состояние частиц особенно характерно для золы № 2; зола № 3 почти не имеет остеклованных шариков и основная ее масса представлена в виде остроугольных хлопьев.

На рис.1 показаны три вида зол, увеличенных под микроскопом в 90 раз.

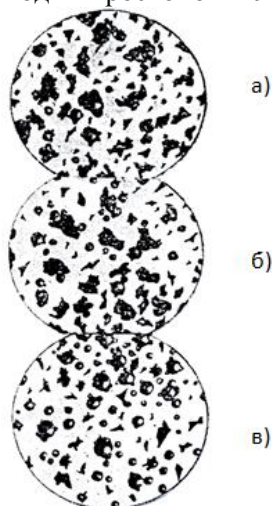


Рис. 1. Внешний вид (под микроскопом) частиц зол, полученных от сжигания различных углей:

- а – образец №1 (Карагандинский уголь);
б – образец №2 (Каракичинский уголь);
в – образец №3 (Ташкумырский уголь).

Как петрографический, так и микроскопический анализы трех различных видов зол подтверждают различное соотношение оплавленных частиц в указанных золах.

Известно, что во многих топках сжигание угля в пылевидном состоянии происходит при различных температурах от 1100 до 1500⁰С; стало быть, степень оплавленности зол будет различной.

Кроме того, нельзя рассматривать золу, полученную после сжигания топлива при температуре 1400-1500⁰С, как полностью

оплавленную и лишенную гидравлической активности.

Дело в том, что в топках даже при этой температуре сжигания не все частицы угля, вдуваемого с воздухом, подвергаются воздействию столь высокой температуры. Какая-то часть угля сгорает в топке со значительно более низкими температурами, при которых зерна золы не только не оплавливаются, сохраняя гидравлическую активность, но и отдельные частицы угля в золах достигает от 3 до 35%. Этому способствует еще и относительно быстрое прохождение угольной пылью зоны высоких температур топки.

Таким образом, есть все основания утверждать, что даже в топках с высокой температурой сгорания угля зола имеет и оплавленные, лишенные гидравлической активности зерна, а также и частицы, не имеющие указанной оплавленности, способные вступать во взаимодействие с известью. С этой точки зрения, золы разнятся между собой количеством оплавленных и стекловидных частиц, определяющих степень активности золы.

Проведенные нами опытные работы и исследование зол позволяют сделать вывод о различных особенностях свойств зол и их влиянии на физико-механические показатели золобетонов.

Поэтому нельзя рассматривать золы как однородный материал, а необходимо детальное изучение каждого вида золы, используемой в строительстве, в частности, изучение химического и гранулометрического составов, а также специфических свойств золы, связанных с режимом сжигания углей и методом золоудаления.

Литература:

- Осмонбетов К.О. Состояние и проблемы охраны окружающей. ТЭЦ г. Бишкек. ОАО «Электрические станции» (26 мая 2014) <http://www.energo-es.kg>
- Караханиди С.Г. Использование золы как вторичного сырья в строительстве [Текст] / С.Г. Караханиди. - Ф.: Кыргызстан, 1990. 12-31 с.
- Гершберг О.А. Технология бетонных и железобетонных изделий М., 1990.
- Элинзон М.П., Васильков С.Г. Топливосодержащие отходы промышленности в производстве строительных материалов. - М.: Стройиздат, 1980. -234 с.
- Козлов В.М. Поведение минеральной части угля при размоле и сжигании в

топках котлов с твердым шлакоудалением. Томск, 2000. С. 210-215.

6. Акрамов А.А., Шарифов А., Саидов Дж.Х., Назиров Я.Г. Влияние кремнезем-содержащего минерального наполнителя цемента на химический и фазовый составы цементного камня в бетоне. // Вестник ТТУ, №2(42). - Душанбе, 2018, - С.101-104.

ТАРКИБ ВА СИФАТИ ХОКИСТАРИ МБГ БИШКЕК ВА МАҚСАДИ ИСТИФОДАИ ОН ДАР СОХТМОН

Н.Ж. Маданбеков, Б.Ж. Осмонова

Дар мақола хосиятҳои асосии сӯзишворӣ барои истифода ҳангоми сӯзонидан дар оташдони МБГ-и шаҳри Бишкек, инчунин маҳсулоти сӯзиш (хокистари сӯзишворӣ, хокистари гирифташуда) бо мақсади истифода дар сохтмон оварда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: хокистари гирифташуда, метеофактҳо, ғудохташуда, гидравликӣ, оксиди калсий, кремнезем, силикат.

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕКИ ВАРЗОБ

***О.Х. Амиров, Ш.К. Шарипов, П.Х. Муродов, Б.Р. Бокиев, *З.В. Кобулиев**

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

**Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии АН Республики Таджикистан*

В статье изучены основные расчеты индекса загрязненности воды (ИЗВ) и установление класса качества воды реки Варзоб, отвечающая всем требованиям хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного назначения и требующая особой охраны и рационального использования.

Ключевые слова: пресная вода, температура, очистная напорная станция, расход воды, атмосферные осадки, средние скорости, ресурсы водоносного горизонта, измерения, река Варзоб.

Горы Таджикистана являются важным источником пресной воды, а их реки представляют биосферный резерват чистой питьевой воды. В связи с этим для наглядности были проведены гидрохимические исследования воды реки Варзоб, которая в основном питается притоками, берущими начало высоко в горах, со смешанным типом питания – ледниково-снеговым или снегово-ледниковым. Цель данной работы заключается в расчете индекса загрязненности воды (ИЗВ) и установлении класса качества воды реки Варзоб. Для проведения исследований были выбраны данные гидрологического поста «Дагана», а также замеры и пробоотборы

COMPOSITION, QUALITY OF THE ASHFROM THE THERMOELECTRIC POWER CENTER OF BISHKEK CITY AND THEIR USE FOR CONSTRUCTION PURPOSES

N.Zh. Madanbekov, B.Zh. Osmonova

The article presents the basic characteristics of fuel which is applied at combustion in fire chambers of power station of Bishkek, and also products of its combustion (fuel ashes, ashes-ablation).

Key words: fly-ash, meteorological factors, melted, hydraulic, calcium oxide, silicate, aggregation.

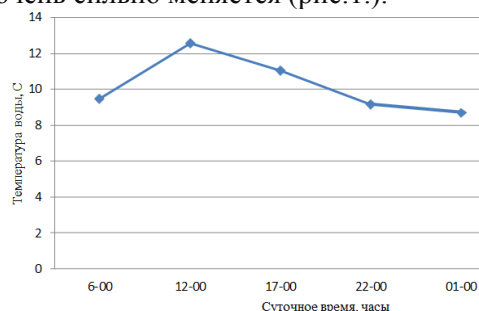
Сведения об авторах:

Маданбеков Н.Ж. – к.т.н., доцент каф. «Автомобильные дороги, мосты и тоннели» «Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова», e-mail: madanbekov_72@mail.ru

Осмонова Б.Ж. – соискатель каф. «Автомобильные дороги, мосты и тоннели» КГУСТА, e-mail: osmonova_b@mail.ru

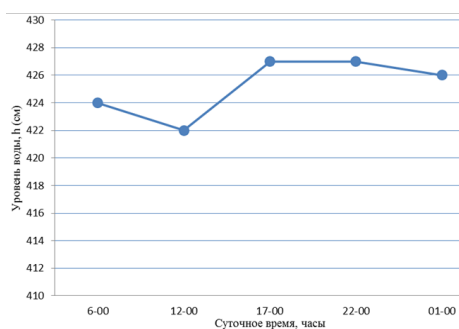
из нескольких точек, которые находятся ниже по течению реки, вблизи очистной Напорной станции города Душанбе. Исследования проводились по данным 1-2 июня 2017 года в период рекреационной нагрузки на реке.

Известно, что течение реки Варзоб очень бурное, для русла характерны большие перепады высот. Особенно в период половодья река несет большое количество обломочного материала, вплоть до крупных валунов. Следует отметить, что температура воды реки Варзоб всегда низкая и в течение суток не очень сильно меняется (рис.1.).



Источник: Гидромет

Максимальный расход воды отмечается в июне-июле (61,3 м³/с), минимальный – в январе (31,5 м³/с) [1]. Уровень воды в реке практически не меняется в течение суток (рис. 2).



Источник: Гидромет

Средние скорости потока реки по данным наблюдений изменяются в пределах от 1,5 до 2,6 м/с, составляя в среднем 2,1 м/с (в период межени) и на перекатах от 2,1 до 2,6 м/с (в среднем 2,4 м/с). [1].

Измерения скоростного режима показывают, что скорость реки минимальна в утренние часы и спадает к ночи. Динамика изменений скоростного режима реки Варзоб связана с ледниковым характером питания реки, перепадами температур в ночное и дневное время, изменением солнечной активности в течение суток. Анализ проб воды проводился в полевых условиях в пяти точках, включая реку. После, на базе Центральной лаборатории напорной очистной станции ГУП «Душанбеводоканал» проводились анализы воды по различным методам. Результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Показатели качества воды			
Наименование показателей,	Единица измерения	Значение ПДК _{х-п} (по ГОСТу 2874-82)	Среднее значение измеряемого показателя
Прозрачность	см	не менее 30	свыше 30
Мутность	мг/л	не более 2,0	7,2
Цветность	град	не более 20,0	0,2
Запах	балл	не более 2,0	1
Привкус	балл	не более 2,0	1
pH		6.0-9,0	8,1
Аммиак	мг/л		0,11
Нитриты	мг/л		0,01
Нитраты	мг/л	не более 45,0	2,62
Жесткость	мг-экв/л	не более 7,0	1,7
Кальций	мг-экв/л		1,5
Магний	мг-экв/л		0,3
Сумма (К + Na)	мг-экв/л		0,18
Сульфаты	мг/л	не более 500	24
Щелочность	мг-экв/л		1,5
Хлориды	мг/л	не более 350	12
Сухой остаток	мг/л	не более 1000	75
Взвешенные вещества	мг/л		-
Коли индекс		не более 3	менее 3
Коли титр		не менее 333	более 333
Железо	мг/л	не более 0,3	0,01
Медь	мг/л	не более 1.0	0,04
Фтор	мг/л	не более 1.2	0,25
Марганец	мг/л	не более 0,1	менее 0,1

По результатам исследований вода в реке Варзоб относится к нейтральным (pH=6.9). Результаты измерения электропроводности относят воду к слабоминерализованным. По суммарному показателю концентрации ионов магния и кальция вода по жесткости относится к мягкой. При употреблении такой воды в питьевых и пищевых целях следует обогащать рацион питания с увеличенным содержанием минералов и микроэлементов.

Из таблицы 1 видно, что кроме значения мутности воды почти все показатели не превышают предельно допустимых концентраций хозяйственно-питьевого назначения

(ПДК_{х-п}). Известно, что в паводковые дни значение мутности реки резко повышается, на что требуется большая дозировка коагулянта. Каждый из показателей качества воды в отдельности, хотя и несет информацию о качестве воды, все же не может служить мерой качества воды, т.к. не позволяет судить о значениях других показателей. Вместе с тем, результатом оценки качества воды должны быть некоторые интегральные показатели. Интегральным показателем качества воды является индекс загрязненности воды (ИЗВ), который позволяет определить класс качества воды. ИЗВ рассчитывается по формуле:

$$ИЗВ = (\sum C_{сфi} / ПДК_i) / n,$$

где,
Сфi-среднее значение определяемого показателя за период наблюдений;
ПДКi-предельно-допустимая концентрация для данного загрязняющего вещества;
n-число показателей, берущихся для расчета ИЗВ.

Природная вода имеет следующие классы качества [2]:

Таблица 2.

Характеристики интегральной оценки качества воды

Индекс загрязнения воды	Класс качества воды	Оценка качества (характеристика) воды
Менее или ровно 0,2	I	Очень чистая
Более 0,2-1	II	Чистая
Более 1-2	III	Умеренно загрязненная
Более 2-4	IV	Загрязненная
Более 4-6	V	Грязная
Более 6-10	VI	Очень грязная
Свыше 10	VII	Чрезвычайно грязная

При расчете ИЗВ для реки Варзоб получено значение 0.47, что относит воду ко второму классу качества – чистая (табл. 2). Гидрохимический анализ и расчет ИЗВ подтверждает факт уникальности природной воды реки Варзоб. Вода реки отвечает всем требованиям хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рыбо-хозяйственного назначения и требует особой охраны и рационального использования.

Литература:

1. Гидрохимия поверхностных вод Таджикистана. Часть 1. Реки и водохранилища/

Почоджанов Д.Н., Патица Д.Л. – Душанбе, 1999. – 213с.

2. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: справочные материалы./Т. В. Гусева, Я. П. Молчанова, Е. А. Заика, В. Н. Виниченко, Е. М. Аверочкин; Под ред. Т. В. Гусевой. – М.: Социально-экологический Союз, 2000. – 148 с.

БАҲОДИҲИИ ИНТЕГРАЛИИ СИФАТИ ОБИ ДАРЁИ ВАРЗОБ

О.Х. Амиров, Ш.Қ. Шарипов, П.Х. Муродов, Б.Р. Боқиев, З.В. Кобулиев

Дар мақолаи мазкур ҳисобҳои асосии индекси ифлосшавии об (ИИО) ва санҷиши сатҳи сифати дарёи Варзоб таҳия гардида, ба ҳамаи талаботи хоҷагӣ – нӯшокӣ, фарҳангӣ-маишӣ ва моҳидорӣ ба талабот ҷавобгӯ буда, истифодаи махсус ва оқилона доранд.

Калимаҳои калидӣ: оби тоза, ҳарорат, пойгоҳи обтозакунии фишорӣ, масрафи об, боришоти атмосферӣ, суръати миёна, захираҳои обёрикунӣ, андозагирӣ, дарёи Варзоб.

INTEGRATED ASSESSMENT OF WATER QUALITY OF THE RIVER VARZOB

O.H. Amirov, Sh.K. Sharipov, P.H. Murodov, B.R. Bokiyeu, Z.V. Kobuliyev.

The main calculations of the water pollution index (WCI) and the establishment of the water quality class of the Varzob River have been studied in the article and meet all the requirements of domestic, drinking, cultural, domestic and fishery purposes and require special protection and rational use.

Key words: fresh water, temperature, clean water station, water flow, atmospheric precipitation, average speed, aquifer resources, measurements, Varzob rivers.

УДК 734. 44

ТАВЗЕҲИ ҲАМВОРИ ФАЗО ДАР ТАСВИРҲОИ АСРИМИЁНАГӢ

Т.Қ. Ҷӯраев, А.Х. Зарипов

Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Дар мақола минётурҳои асримӣнагӣ дар муқоиса бо тасвирҳои аксонометрӣ (сечена)-и стандартӣ ҳозира муоина шудаанд. Фарқ, аҳамияти ин гуна тасвирҳо, иттилоотии онҳо қайд шудааст.

Калимаҳои калидӣ: минётур, меъморӣ, тарҳ, тасвири аёнӣ, тасвири муҷассам, тасаввури ҳаҷмӣ, проексияҳои аксонометрӣ.

Минётурнигорӣ Шарқ яке аз падидаҳои назаррас дар санъати тасвирии халқҳои ҷаҳон мебошад. То асри XVI минётурҳо, чун қоида, қисми ҷудонашавандаи китоб ҳисоб

меёфтанд, вале баъдтар дар саҳифаю варақҳои алоҳида тасвир ёфтани онҳо дида мешавад. Аз ин рӯ, минётурнигорӣ бо пайдоиши воқеии худ ба дастхатҳо вобаста аст, зеро ба таври расмӣ ба он мутобиқ шуд ва инъикосгари тасвирии асарҳои бадеӣ гардид. Дастхатҳои Шарқ пеш аз ҳама моҳияти ҳунари волои хаттот ҳам буд, ки дар тӯли асрҳо дар асоси алифбои арабӣ кулли дастхатнависи гуногунро таҳия кардааст.

Минётур намунаи махсуси санъати рассомӣ, ки дар доираи назми классикии

Шарқ инкишоф ёфт ва дар таҳқиқи таърихи меъмории асримиёнагии Осиёи Марказӣ, муайян кардани намуди зоҳирии ҷисм ва муҳити он мавқеи муҳимро мебозад. Суратҳои барои дастхатҳо эҷодшуда, тасвири табиат, чехранигорӣ ва тасвирҳои хурди бо мино, рангҳои обӣ офаридашуда (минётур) дар китобҳои Шарқи асримиёнагӣ ва тарҷумавии арабии рисолаҳои юнонӣ, дар китобҳои бахшида ба тиб, физика, астрономия ва ғайра пайдо шуданд ва пас дар «Нучум», «Калила ва Димна», «Таърихи Табарӣ», «Зафарнома» ва махсусан дар асарҳои «Шохнома», «Хамса», «Бӯстон» ва «Гулистон», асарҳои Абдурахмони Ҷомӣ, Ҳофизи Шерозӣ, Алишер Навоӣ хеле ривоч ёфт [1, 10, 20-26]. Дар чараёни инкишоф доираи мавзӯҳои минётур васеъ гардид, тасвири сахнаҳои рамзӣ, ҷанги тан ба тан, лаҳзаҳои шикор, мулоқоти ошиқон, маросимҳои қабул, муҳориба ва дертар айвон, биноҳои зист, қалъаю шаҳрҳо ва ғайра мавриди тасвир қарор гирифт.

Аз манбаъҳои хаттӣ маълум аст, ки дар охири асри XIV – нимаи аввали асри XV санъати тасвирӣ хеле инкишоф ёфт. Инкишофи он дар ду самт ривоч ёфта буд – деворнигорӣ ва минётурнигорӣ. Аввалӣ бо меъморий, бо ороиши дохилӣ, бо ҳамвории девор вобаста бошад, дуюмӣ бо санъати китоб, ороиши бадеии дастхат ё бо ҳамвории варақ алоқаманд буд. Дар ин замон минётурҳо на танҳо унсурҳои ниҳони ороиши дастхатҳои қиматбаҳо, балки худ як асари мустақилонаи санъати тасвириро мемонданд. Дар ин давра бар мубодилаи таҷриба ва дастовардҳои мактабҳои маъруфи рассомӣ (Табрез, Бағдод, Шероз, Самарқанд, Бухоро, Исфаҳон, Машҳад) шароитҳо фароҳам оварда шуданд [2, 150-151].

Дар даврони ҳукмронии Султон Ҳусайн Бойқаро (с. 1469-1506) ва вазири ӯ, шоир ва мутафаккири бузург Алишер Навоӣ санъати минётурнигорӣ дар Ҳирот ба авҷи аъло расида буд. Дар китобхонаи даргоҳ чунин рассомони номӣ Мирак Наққош, Муҳаммад Наққош, Шохмузаффар, Қосим Алӣ ва минётурнигори бузург Камолиддин Бехзод хизмат мекарданд [3, 12-16].

Камолиддин Бехзод (1455-1535) асосгузори мактаби рассомии Ҳирот буд. Ҳиссаи ӯ дар тарҳи тасвирҳои китобӣ (дастхатҳо) ниҳоят бузург аст. Дар баробари ин ӯ аввалин рассом дар Шарқ аст, ки санъати чехранигориро ба сатҳи баланд бардошт ва онро ба санъати ниғоришии мустақил табдил дод. Масалан, минётурҳои

чехранигории “Ҳусайн Бойқаро” (с. 1490), “Шайбониҳон” (с. 1507) ва ғайра қорҳои эҷодкардаи Камолиддин Бехзод бо тарҳҳои бениҳоят муфасссал, миқёси бойи рангин, тасвири мавқеъ ва имову ишоратҳои мавзуну нозукбинионаи одамон фарқ мекунанд. Тасвирҳо асосан дар ду ҷенак, дар ҳамвории фронталӣ иҷро мешуданд. Аз шаклсозии мураккаби геометрӣ – тарҳи доиравӣ, ҳалқа, эллипсӣ, диагональӣ ва ғайра истифода бурда, рассом ба тавзеҳи сабти ҳамвори фазо, ба тасвири ҳаҷмӣ (сечена)-и бандубаст ноил гаштааст. Масалан, минётури “Искандар ва ҳафт хирадманд” (расми 1а).

Дар тарҳи аввали минётура фазое, ки дар он амал иҷро шудааст, ба дарун раванк ёфта, тасаввури ҳаҷмиро ба вучуд овардааст, ки ба ин мақсад шакли одамонро ба таври ҳалқа ҷойгир ва рангҳои гуногунро истифода намудани рассом далолат медиҳад. Дар тарҳи дуюм, ки қисм (девори пеш ва рост)-и бино тасвир шудааст, дар муқоиса бо тасвирҳои аксонометрии стандартӣ ҳозира (тасвирҳои аёнӣ, сечена, ҳаҷмдор) хеле наздик ба тасвирҳои диметрии фронталӣ аст: $ХОЗ=90^\circ$; $ХОУ=138^\circ$; $ЮОЗ=132^\circ$ (расми 1б).

Дар девори пеш бино полкона (балкон) дорад. Тасвири он инчунин ба диметрии фронталӣ наздик ва кунҷояш ба $ХОЗ=90^\circ$; $ХОУ=147^\circ$; $ЮОЗ=123^\circ$ баробар мебошанд (расми 1в).

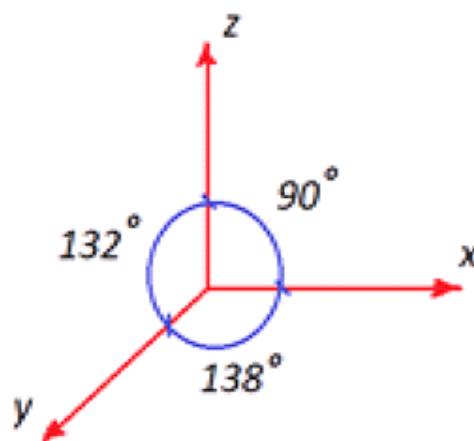
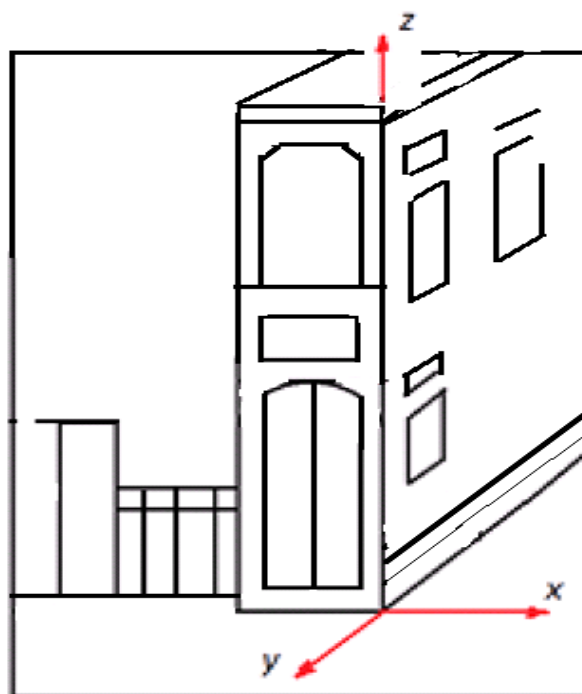
Дар расми 2а минётури Камолиддин Бехзод «Юсуф ва Зулайхо» тасвир шудааст [4, 10-12]. Дар ин минётур рассом тавзеҳи сабти ҳамвори фазоро ба воситаи нақша, яъне ҳаҷмиро аз назари меъморӣ, барои хонаи дуошёна нишон додааст. Ҷойгиршавии деворҳои бино мувофиқи проексияҳои аксонометрӣ чунинанд: кунҷҳои байни меҳварҳо баробар ба $ХОЗ=90^\circ$; $ХОУ=142^\circ$ ва $ЮОЗ=128^\circ$. Дар муқоиса бо тасвирҳои аксонометрии стандартӣ ҳозира (тасвирҳои аёнӣ, сечена) наздик ба тасвирҳои диметрии қачқунча (фронталӣ) аст (расми 2б).

Ошёнаи дуҷоми бино дар девори тарафи рост полкона (балкон) дорад. Тасвири он инчунин ба проексияҳои диаметрии фронталӣ наздик ва кунҷояш ба $ХОЗ=90^\circ$; $ХОУ=149^\circ$; $ЮОЗ=121^\circ$ баробар мебошанд (расми 2в).

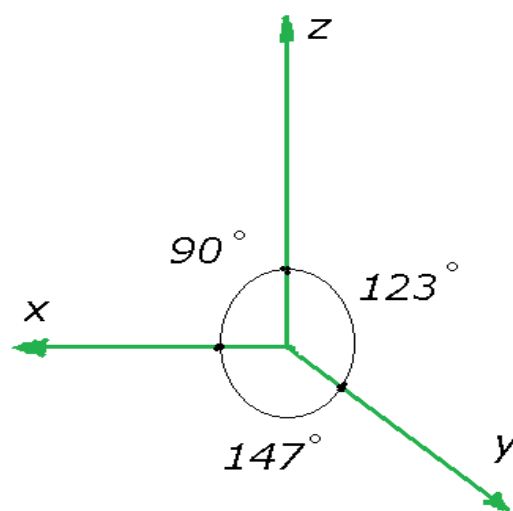
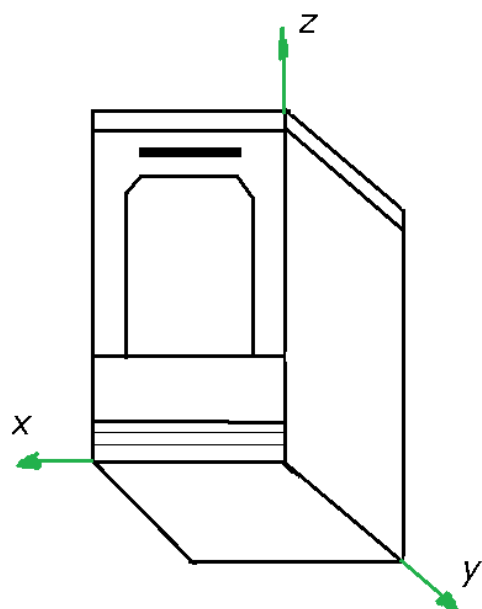
Тасвирҳо асосан дучена дар ҳамвории фронталӣ иҷро мешуданд. Мусаввирон таносуб, андоза ва ҷойгиршавии аксҳо дар фазои ифодашуда ба ҳисоб гирифтанд, воситаҳои ҳосил бадеии ниғоришот ва тарзу усулҳои сабти фазо, манзара ва меъмориро борикинона ҷустуҷӯ ва пайдо намуданд.



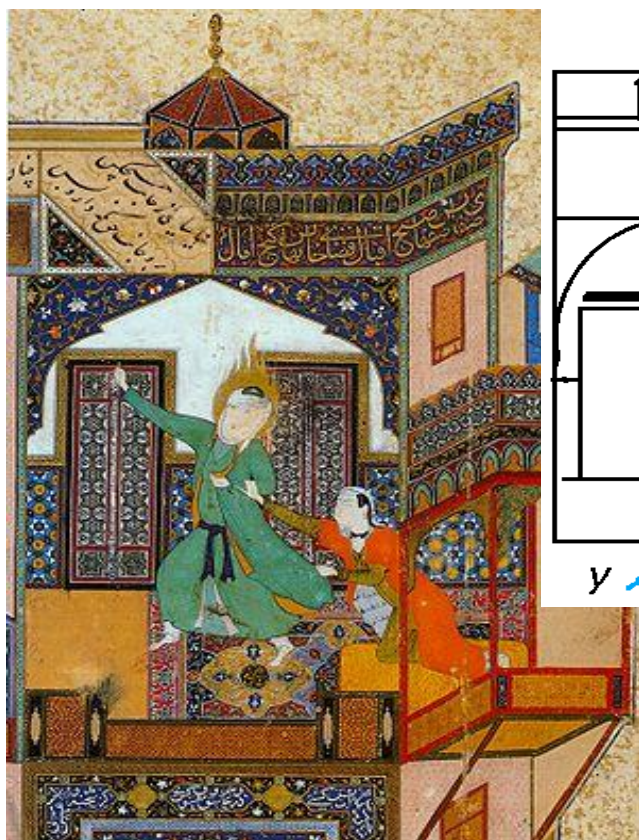
Расми 1. К. Беҳзод “Искандар ва ҳафт хирадманд”. Минётур. “Хамса”-и Низомӣ, с.1495-96а



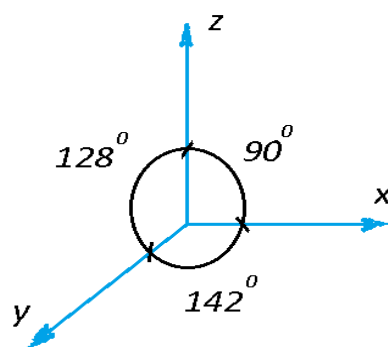
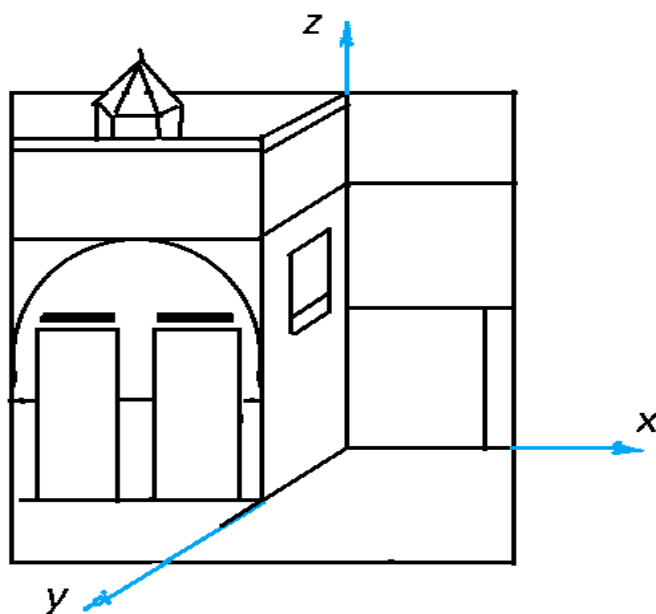
б)



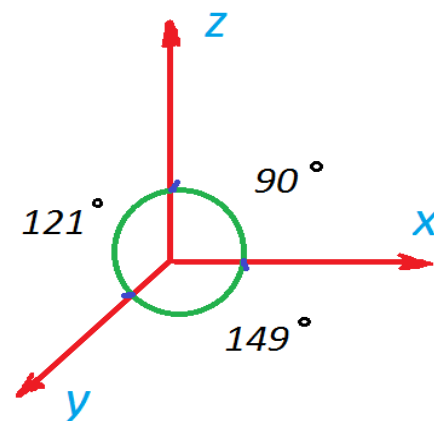
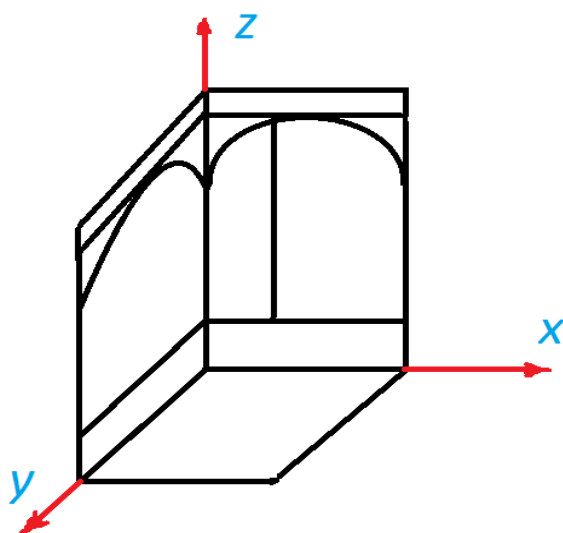
в)



Расми 2. К. Бехзод. Юсуф ва Зулайхо. «Бӯстон»-и Саъдӣ, с. 1488
а) Китобхонаи Миллӣ. Қоҳира.



б)



в)

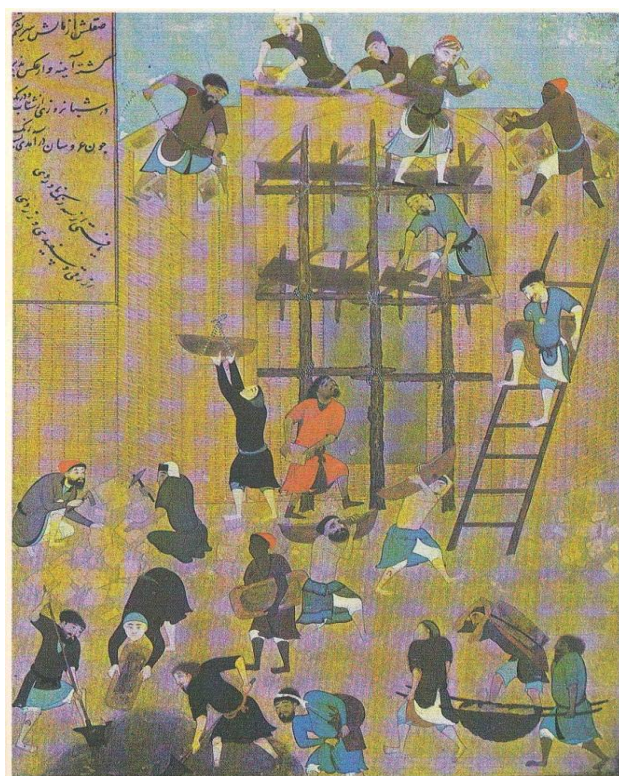
Чуноне ки аз таҳлил дида мешавад, дар як тасвир ба қоидаҳои ягона риоя накардани проексияҳои аксонометрӣ дида мешавад, яъне тавзеҳи ҳамвори фазо (тасвири сечена, ҳаҷм) дар қиёс бо нақшаҳои стандартӣ имрӯза, аз рӯи қонунҳои умумии нақшасозӣ иҷро нашудааст.

Олимони ҳангоми таҳқиқот дар минётурҳои аксҳои қариб 250 афзор, асбобу анҷоми ҳунармандии танҳо ба соҳаҳои

сохтмону меъморӣ мансубро пайдо намуданд. Масалан, дар расми 3 минётурҳои К. Бехзод «Сохтмони қалъаи Ховарнак» оварда шудааст. Аз рӯи тасвири минётур дидан мумкин аст, ки дар сохтмони қалъа мардуми зиёде иштирокдоранд. Қор бо ҷӯшу хуруш рафта истодааст. Дар минётур аксҳои асбобҳои ҳунармандии сохтмони он давр тасвир шудаанд (андова, арра, бел, гунё, каланд, парма, табар, теша, занбар, зоғнӯл,

нардбон, хавоза, қолибҳо барои хиштрэзӣ ва ғ.), ки имрӯз низ бештари онҳо моҳияти истифодабарии худро гум накардаанд.

Бори аввал расоми машхури бағдодӣ Чунайд Султонӣ (асри XIV) тавзеҳи ҳамвори фазоро тавассути ба қисмат чудо намудани дохил (интерьер)-и бино ба вучуд овард: ба пеш тасвири майдонча бо ҳавз, девори ақиби бино бо дар, деворҳои аз ҳам дуршавандаи пахлуӣ ба таври диагоналӣ ҷойгиршуда, фазое ки дар он амал иҷро шудааст, ба дарун раванқ ёфта, дар натиҷа тасаввури фазой (сечена)-ро ба вучуд меоваранд. Ин гуна тавзеҳи ҳамвори фазо дар минётури “Дар ҳаммом” (“Хамса”-и Низомӣ, с. 1545) акс ёфтааст (расми 4).



Расми 3. К. Беҳзод. “Соҳтмони қалъаи Ховарнак” (“Хамса”-и Низомӣ, а. XV)

Дар минётурҳо тасвири шартӣ буда, аз рӯйи қоидаҳои ягона иҷро нашудаанд, номуносибии унсурҳои хонаҳои баланди истиқоматӣ, одамон ва ғайра дида мешавад. Ба проексияҳои аксонометрии стандартӣ мувофиқии баъзе тасвири дар минётурҳо тасодуфианд. Бо вучуди ин ҳама дар санъати минётурнигорӣ асримиёнагӣ муҳити давру замон, тарзу услуби конструксияҳо (сохт)-и меъмории он давра, намуди либосу тарзҳои пӯшидани он, намуди зоҳирӣ, олоту афзори хунармандию хоҷагӣ ва ғайра саҳеҳ ва баръало инъикос ёфтааст.

Дар умум, байни минётурҳои муоинашуда, тавзеҳи сабти ҳамвори фазо қариб дар 100 минётур дида мешавад. Тасвири аёнии «сечена» дар 46 минётур ба чашм мерасад, ки бештари онҳо ҳамчун манбаи таърихӣ оид ба назарияи меъмории асрҳои XIV-XVII минтақа тадқиқ карда шудаанд. Дар 34 мучассама тасвири сеченаи «ҳаҷмӣ» ба тасвири аксонометрӣ ва дар 8-тои дигари он ба проексияҳои шабеҳи дурнамо наздиканд. Проексияҳои росткунҷа ва қасқунҷа (фронталӣ)-и диметрӣ ё ба онҳо наздик дар минётурҳо бештар акс ёфтаанд. Миқдори проексияҳои изометрии росткунҷаю қасқунҷа ё ба он наздик дар минётурҳои муоинашуда хеле каманд.



Расми 4. «Дар ҳаммом», «Хамса»-и Низомӣ, соли 1545

Ба баъзе қоидаҳо ва талаботи оид ба нақшаҳо гузашташуда, ба монанди аёнӣ, тасвири шакл, хоно ва возеҳ будани объектҳои сечена, пурраю равшан хондани объектҳои ҳаҷмдор ва ғайра тасвири минётурии таҳлилшуда пурра ҷавобгӯянд [6, 446].

Адабиёт:

1. Г.А. Пугаченкова, О.И. Галеркина. Миниатюры Средней Азии. – М.: Изобразительное искусство, 1979. – 208 с.
2. Г.А. Пугаченкова. Миниатюра. – В книге «Очерки искусства Средней Азии». – М.: Изобразительное искусство, 1982. – 288 с.

3. М.М. Ашрафи. Персидско-таджикская поэзия в миниатюрах 14-17 вв. – Душанбе: Ирфон, 1974. – 124 с.

4. Л.С. Бретаницкий. Художественное наследие Переднего Востока эпохи феодализма. – М. Советский художник, 1988.

5. Л.Н. Додхудоева. Поэмы Низами в средневековой миниатюрной живописи (Культ. народов Востока. Мат. и исслед.). – М.1985. – 326с.

6. Т.К. Джураев. Миниатюра как источник по истории средневекового чертежа./ Труды ТУТ, Выпуск 9. – Душанбе: Ирфон, 2003. – С. 446-449.

ПЛОСКОСТНАЯ ТРАКТОВКА ПРОСТРАНСТВА В СРЕДНЕВЕКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ

Т.К. Джураев, А.Х. Зарипов

В статье рассмотрены средневековые миниатюры, сопоставимые с настоящими аксонометрическими проекциями. Отмечены отличие, значимость этих картин, их информативность.

Ключевые слова: миниатюра, архитектура, план, наглядное изображение, пространственное воображение, изображение, аксонометрические проекции.

PLANAR INTERPRETATION OF SPACE IN MEDIEVAL IMAGES

T.K. Juraev, A.H. Zaripov

In the article medieval miniatures comparable to real axonometric projections are considered. The difference, significance of these paintings, their informativeness are noted.

Key words: miniature, architecture, plan, visual image, spatial imagination, image, axonometric projections.

Маълумот дар бораи муаллифон:

Джураев Т.К. – профессори кафедраи «Нақшакашии муҳандисӣ»-и ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ.

Зарипов А.Х. – муаллими калони кафедраи «Нақшакашии муҳандисӣ»-и ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ.

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 (297x210 мм), поля: левое - 30 мм; правое – 20 мм; верхнее – 30 мм; нижнее – 25 мм). Одновременно текст статьи представляется в электронном виде или присылается по электронной почте: fariduny@mail.ru, nisttu@mail.ru. или markaziittilootvanashr@mail.ru.

3. Размер статьи не должен превышать 10 страниц компьютерного текста включая текст, иллюстрации (графики, рисунки, диаграммы, фотографии) (не более 4), список литературы (не более 15), тексты резюме на таджикском и английском языках (не более 100 слов). Каждый рисунок должен иметь номер и подпись. Таблицы располагаются непосредственно в тексте статьи. Каждая таблица должна иметь номер и заголовок. Повторение одних и тех же данных в тексте, таблицах и рисунках не допускается. В тексте необходимо дать ссылки на все приводимые таблицы, рисунки и фотографии. В цифровом тексте десятичные знаки выделяются точкой.

4. В правом углу статьи указывается научный раздел, в котором следует поместить статью. Далее в центре следующей строки - инициалы и фамилия автора, ниже – полное название статьи (шрифт жирный, буквы прописные), краткая (5-7 строк) аннотация (курсив), ключевые слова. Сразу после текста статьи приводится список использованной литературы и указывается название учреждения, в котором выполнялось данное исследование. Затем приводится аннотация на таджикском (редактор Times New Roman Tj), русском и английском языках.

5. Формулы, символы и буквенные обозначения величин должны быть набраны в редакторе формул Microsoft Equation (шрифт 12). Нумеруются лишь те формулы, на которые имеются ссылки.

6. Статья завершается сведениями об авторах: ф.и.о. (полностью), ученая степень, ученое звание, место работы (полностью), должность, контактная информация.

7. Цитируемая литература приводится под заголовком «Литература» в конце статьи. Все ссылки даются на языке оригинала и нумеруются. Цитируемая литература должна иметь сквозную нумерацию в порядке упоминания работ в тексте. Ссылки на литературу в тексте должны быть заключены в квадратные скобки. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

8. Электронная версия опубликованной статьи размещается в сайте ТТУ и в системе Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

9. Редакция оставляет за собой право производить редакционные изменения, не искажающие основное содержание статьи. В случае отказа в публикации статьи редакция направляет автору мотивированный отказ.

10. Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

P O L Y T E C H N I C	
BULLETIN	3⁽⁴³⁾
	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: — 5.14.00 Energy * — 5.16.00 Metallurgy and Materials* — 5.17.00 Chemical technology — 5.22.00 Transport* — 05.23.00 Construction and Architecture * The certificate of registration of organizations that have the right to print in the Ministry of Culture under number 0261 / JR from January 18, 2017. Frequency of edition - quarterly. Subscription index in the catalogue "Tajik Post"-77762 Договор с Научно-электронной Journal included in the Russian scientific citation index https://elibrary.ru/title_about.asp?id=62828 Договор -08/09-1 о включении жура в Российский индекс наукогцитирования 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. ABDULLOEVI 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.DAVLATSHOEVI 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. KASOBV 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.**

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

Мухаррири матни русӣ:	М.М. Якубова
Мухаррири матни тоҷикӣ:	Ф.М. Юнусов
Ороиши компютерӣ ва тарроҳӣ:	Аҳдияи Саид

Редактор русского текста:	М.М. Якубова
Редактор таджикского текста:	Ф.М. Юнусов
Компьютерный дизайн и верстка:	Аҳдияи Саид

Нишонӣ: ш. Душанбе, хиёбони акад. Раҷабовҳо, 10^А

Адрес: г. Душанбе, проспект акад. Ражабовых, 10^А

Ба матбаа 20.10.2018 супорида шуд. Ба чоп 28.10.2018 имзо шуд.

Чопи офсетӣ. Қоғози офсет. Андозаи 60x84 1/8

Адади нашр 200 нусха.

Матбааи Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.Осимӣ
ш. Душанбе, қўчаи акад. Раҷабовҳо, 10^А