

МУНДАРИЧА

ЭНЕРГЕТИКА

- Ф.Д.Маҳмадҷонов, И.И.Надтока, Л.С. Қасобов.** Таҳлили робитаи дутарафаи усули таркибиҳои асосӣ бо шаклҳои чадвали борҳои шабонарӯзии электрикӣ..... 7
- Х.Б. Назиров, С.Р. Чоршанбиев, П.А. Юнусов,** Баҳогузори таъсири речаи кори қабулқунандаҳои маишӣ ба сифати энергияи электрикӣ..... 12
- В.Г. Чекалин, У.Ч. Тошбоев.** Усулҳои нави баҳодиҳии сифат ва миқдори сели қувваи барқ дар занҷирҳои сефазадор..... 19

МЕТАЛЛУРГИЯ ВА МАСОЛЕҲШИНОСӢ

- Қ.Н. Алиев, И.Н. Ғаниев, Ф.М. Аминов, З.Ф. Нарзуллоев.** Таъсири иловаи титан ба ба потенциали зангзании ҳӯлаи Zn_5Al дар муҳити электролити $NaCl$ 24

ТЕХНОЛОГИЯҲОИ КИМИЁВӢ

- А.Шарифов, Ф.Б.Шарипов** Таъсири баъзе моддаҳои кимиёвӣ ба ҳосиятҳои реологии семент..... 28
- Ф.К. Ходжаев, Б.Б. Эшов, Р.А. Исмоилов, М.А. Болтаев** Таъсири термохимии таркиби интерметаллидҳои Pb_2Ln ва Pb_4Ln_5 (Ln – ЛАНТАНОИДҲО) 32

НАҚЛИЁТ

- М.А.Абдуллоев, А.М.Умирзоков, А.А.Соибов, Ф.И.Қобиров, А.Л.Бердиев** Таҳлили раднопазирии шинаҳои автомобилӣ дар шароити баландкӯҳи Ҷумҳурии Тоҷикистон..... 36
- С.А. Евтюков, С.В. Репин, О.К. Бобобеков, Д.А. Лутов.** Усулҳои идоракунии барномавӣ-мақсадноки истифодаи мошинҳои нақлиётӣ-технологӣ..... 41
- А.А.Саибов, М.А. Абдуллоев, А.М. Умирзоков, Б. Ж. Мажитов, Ф.А.Турсунов.** Асосноккунии таҷрибавии тадқиқотҳои назариявии нишондиҳандаҳои (параметрҳои) қабурғаҳои сараки цилиндри дизелҳои бо ҳаво сардшаванда..... 47
- М. Ю.Юнусов, А. Л., Бердиев, Ҳ.Б.Хусейнов, Ф.С.Бодурбеков, Ф. Қобиров** Таъсири шароити истифодабари ба хӯрдашавии шинаҳои автомобилҳои худборфарор..... 56

СОХТМОН ВА МЕЪМОРӢ

- И.И. Абдуллоев, А.Қ. Раҳмонов** Баҳодиҳии техникии биноӣ таҷдидшудаи хобгоҳи «Тоҷиктекстилмаш» Дар ш. Душанбе..... 64
- Қ.Н. Низомов., А.А. Ҳочибоев., О.А. Ҳочибоев.** Моделсозии рафтори динамикии сарбандҳои хокӣ аз таъсири мавҷи ҳаракатқунанда..... 69
- А.Р. Рузиев, А.О. Якубов.** Таҳқиқотҳои эксперименталӣ оид ба зичшавии омехтаҳои лёссшағал бо тарзи стандартӣ..... 73
- А. А. Сулаймонов, С. М. Назаров, А.З. Иброхимов** Барои ҳисоби хароҷоти истифодавӣ ҳангоми истеҳсоли нерӯи гармӣ. 77

СОДЕРЖАНИЕ

ЭНЕРГЕТИКА

- Ф.Д. Махмаджонов, И.И. Надтока, Л.С. Касобов.** Анализ взаимоотношение метода главных компонент с формой суточного графика электрической нагрузки.... 7
- Х.Б. Назиров, С.Р. Чоршанбиев, П.А. Юнусов,** Оценка влияния современных электроприёмников бытового сектора на качества электроэнергии..... 12
- В.Г. Чекалин, У.Дж. Тошбоев** Новые методы оценки количества и качества потоков электроэнергии в трехфазных цепях..... 19

МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

- Дж.Н. Алиев, И.Н. Ганиев, Ф.М. Аминов, З.Ф. Нарзуллоев.** Влияние добавок титана на потенциал коррозии сплава Zn5Al в среде электролита NaCl..... 24

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- А. Шарифов, Ф.Б. Шарипов.** Влияние некоторых химических добавок на свойства цементного теста..... 28
- Ф.К. Ходжаев, Б.Б. Эшов, Р.А. Исмоилов, М.А. Болтаев.** Термохимические характеристики интерметаллидов составов Pb_2Ln и Pb_4Ln_5 (Ln – Лантаноиды)..... 32

ТРАНСПОРТ

- М.А. Абдуллоев, А.М. Умирзоков, А.А. Соибов, Ф.И. Джобиров, А.Л. Бердиев** Анализ отказов автомобильных шин в условиях высокогорья Республики Таджикистан..... 36
- С.А. Евтюков, С.В. Репин, О.К. Бобобеков, Д.А. Лутов.** Принципы программно-целевого управления системы эксплуатации транспортно-технологических машин... 41
- А.А. Саибов, М.А. Абдуллоев, А.М. Умирзоков, Б.Ж. Мажитов, Ф.А. Турсунов.** Экспериментальное обоснование теоретических исследований параметров оребрения головок цилиндров дизелей с воздушным охлаждением..... 47
- М.Ю. Юнусов, А.Л. Бердиев, Х.Б. Хусейнов, Ф.С. Бодурбеков, Ф. Джобиров.** Влияние условий эксплуатации на износ шин карьерных самосвалов..... 56

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

- И.И. Абдуллоев, А.Дж Рахмонов.** Обследование технического состояния реконструированного здания общежития «Таджиктекстильмаш» в г. Душанбе..... 64
- Д.Н. Низомов, А.А. Ходжибоев, О.А.Ходжибоев.** Моделирование динамического поведения земляной плотины от действия бегущей волны..... 69
- А.Р. Рузиев, А.О. Якубов.** Экспериментальные исследования уплотняемости лёссовравийных смесей по стандартной методике..... 73
- А. А. Сулаймонов, С. М. Назаров, А. З. Ибрагимов.** К расчету эксплуатационных затрат при выработке тепловой энергии..... 77

CONTENTS

ENERGY

F. Makhmaddzonov, I. Nadtoka, L. Kasobov. Analysis correlation between method of principal components with the form of the daily graphic chart of electric load..... 7

Kh.B. Nazirov, S.R. Chorshanbiev, P.A. Yunusov Assessment influence of modern power consumers household electricity sector for power quality..... 12

V.G. Chekalin, U.J. Toshboev. New methods of estimation of quantity and quality of electricity flux in three-phase circuit..... 19

METALLURGY AND MATERIALS ENGINEERING

J.N.Aliev, I.N. Ganiev, F.M. Aminov, Z.F. Narzulloev. Effect of titanium on potential corrosion alloy in a medium Zn5Al electrolyte NaCl..... 24

CHEMICAL TECHNOLOGY

A.Sharifov, F.B.Sharipov Influence some chemical additives on the rheological characteristic of the cement..... 28

F.K. Khodzhaev, B.B.Eshove, R.A. Ismoilov, M.A.Boltaev Thermochemical characteristics of intermetallic compounds compounds Pb_2Ln and Pb_4Ln_5 (Ln - lanthanides) 32

TRANSPORTATION

M.A. Abdulloev, A.M. Umirzakov, A.A. Sohibov, F.I. Jobirov, A. L.Berdiev. Failure analysis of automobile tires in mountainous conditions of the Republic of Tajikistan..... 36

S.A. Evtykov, S.V. Repin, O.K. Bobobekov, D.A. Lutov. Principles of program goals management of system of operation of transport technological machines..... 41

A.A.Soibov, M.A.Abdulloev, A.M.Umirzokov, B.J.Majitov, F.A.Tursunov Experimental substantiation of theoretical research of parameters of finned cylinder head diesel engines with air cooling 47

M. Y.Ynusov, A. L. Berdiev, H. B.Huseinju, F. S.Bodurbekov, F. I. Jobirov. The influence of operating conditions on the wear of the tires of dump trucks..... 56

CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

I.I.Abdulloev, A.J.Rahmonov. Estimation of technical condition of the reconstructed building of a hotel “Tajiktekstil mash” in the city of Dushanbe..... 64

D.N Nizomov., A.A Hodzhiboev., O.A Hodzhiboev. Simulation of the dynamic behavior of earth dams of traveling wave action..... 69

A.R Ruziyev., S.A Yakubov. Experimental research compressibility lessograviynyh mixtures by standard techniques..... 73

A.A. Suleymanov, S.M. Nazarov, A.Z Ibragimov. To the calculation of operating costs in the producing of thermal energy..... 77

Ф.Д. Махмадджонов, И.И. Надтока, Л.С. Касобов.

АНАЛИЗ ВЗАИМООТНОШЕНИЕ МЕТОДА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ С ФОРМОЙ СУТОЧНОГО ГРАФИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

Выполнен анализ взаимосвязей главных компонент ортогонального разложения с формой исследуемых суточных графиков электрической нагрузки в заданные характерные интервалы суточного графика (утренний и вечерний максимумы, дневные и ночные часы) на примере максимальных нагрузок Северной части энергосистемы Республики Таджикистан. Выявленные закономерности использовались для повышения точности долгосрочного прогнозирования максимальных нагрузок энергосистемы.

Ключевые слова: энергосистема, метод главных компонент, прогнозирования, суточных графиков нагрузки, взаимоотношение.

Метод главных компонент (МГК) в электроэнергетике применяется для решения широкого круга задач: компенсации реактивной мощности [1], оперативного и краткосрочного прогнозирования электропотребления [2,3] и др. В [4,5] МГК был применен для долгосрочного прогнозирования максимальных суточных графиков Северной части энергосистемы Республики Таджикистан.

Ортогональное преобразование МГК в [4,5] выполняется для нецентрированных суточных графиков $P(t)$, из которых формируется матрица исходных данных P размера $(n \times N)$, где $n = 24$ – количество часовых замеров в суточном графике, а N – количество исследуемых суточных графиков. В данной работе использована матрица исходных данных P из [4,5], которая сформирована из максимальных зимних и летних суточных графиков мощности Северной части энергосистемы Республики Таджикистан за период с 2011 по 2015 годы.

По матрице данных P формируется ковариационная матрица K

$$K = P \cdot P^T, \quad (1)$$

где P^T - транспонированная матрица P .

Для матрицы K по методу Якоби определяются собственные числа λ_i и соответствующие им собственные векторы u_i и формируется матрица собственных векторов U .

Ортогональное преобразование матрицы P выполняется следующим образом:

$$P = U \cdot F, \quad (2)$$

где F - матрица главных компонент.

Матрица F получается из обратного преобразования

$$F = U^T P. \quad (3)$$

Исследование взаимоотношение главных компонент f_j ортогонального разложения суточных графиков $P_j(t)$ с формой суточного графика мощности с целью выявления существующих закономерностей [6] выполнялось следующим образом.

Выбиралось минимальное значение исследуемой компоненты $f_{i\min}$, шаг изменения Δf_i максимальное значение $f_{i\max}$. Выбранное значение f'_{ji} записывалось в вектор f_j вместо фактического значения $f_{ji\text{факт}}$. По измененному, таким образом вектору f'_j строился график P'_j . Затем рассматривались значения $f_i + \Delta f_i$, $f_i + 2\Delta f_i$ и так далее до $f_{ji\max}$. Для каждого из новых значений f_{ji} строились графики P'_j . Графики P'_j показаны на рисунках 1 ÷ 4. Рассмотрено влияние четырех главных компонент ($f_{j1}, f_{j2}, f_{j3}, f_{j4}$) на примере зимнего максимального суточного графика 2015 года.

Из рисунка 1 следует, что первая компонента f_1 связана со средним значением суточного графика. При увеличении значений компоненты f_1 от 2050 МВт до 2450 МВт с шагом 100 МВт все ординаты графика $P(t)$ пропорционально увеличиваются.

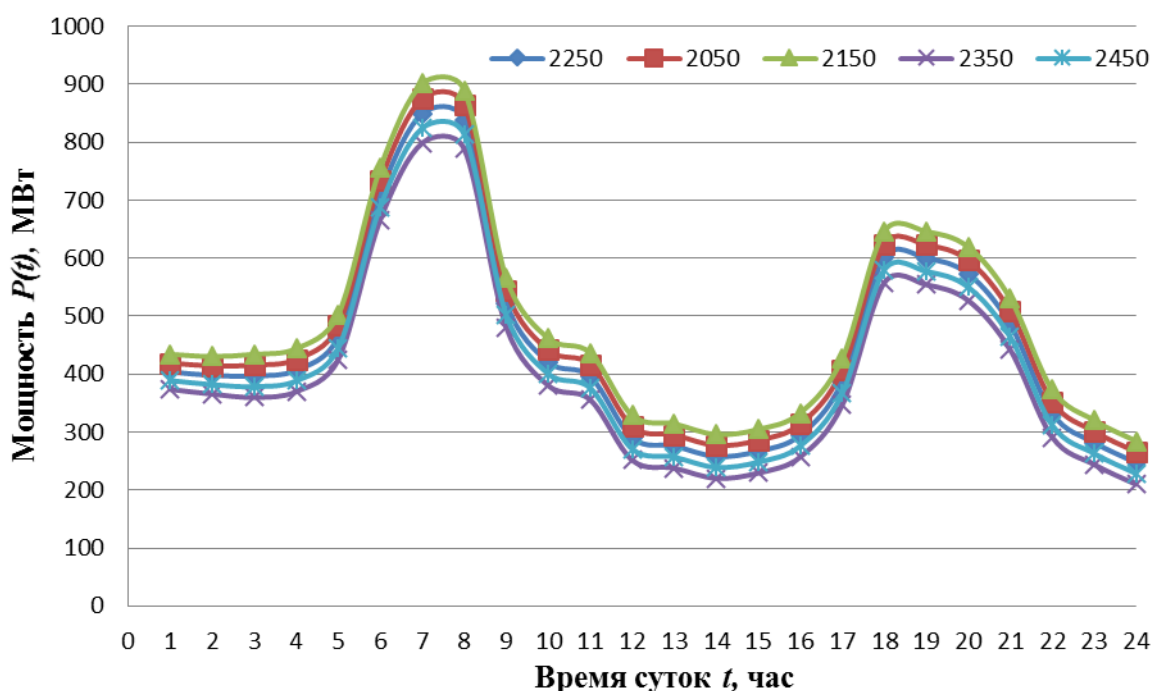


Рисунок 1. Взаимоотношение главной компоненты f_1 с формой графика $P(t)$.

Из рисунка 2 видно, что при увеличении значений главной компоненты f_2 от 400 МВт до 800 МВт с шагом 100 МВт уменьшаются значения графика $P(t)$ в часы суток с 6:00 до 9:00 от 950 МВт до 750 МВт, и увеличиваются с 11:00 до 17:00 от 200 МВт до 300 МВт, а также в ночные часы с 22:00 до 0:00 от 200 МВт до 300 МВт.

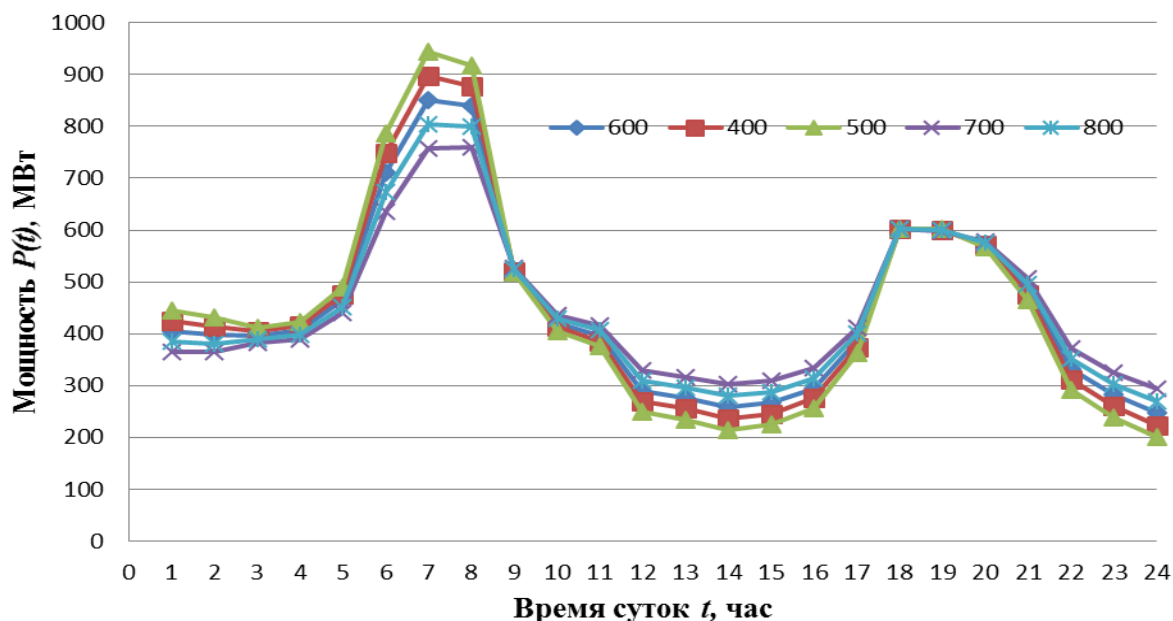


Рисунок 2. Взаимоотношение главной компоненты f_2 с формой графика $P(t)$.

Из рисунка 3 следует, что при увеличении значений главной компоненты f_3 от -423 МВт до -23 МВт с шагом 100 МВт увеличиваются значения ординат суточного графика в часы с 00:00 до 5:00 от 320 МВт до 480 МВт, а в часы утреннего максимума с 6:00 до 8:00 уменьшаются от 890 до 790 МВт, а также в часы вечернего максимума с 17:00 до 21:00 уменьшаются от 680 до 520 МВт.

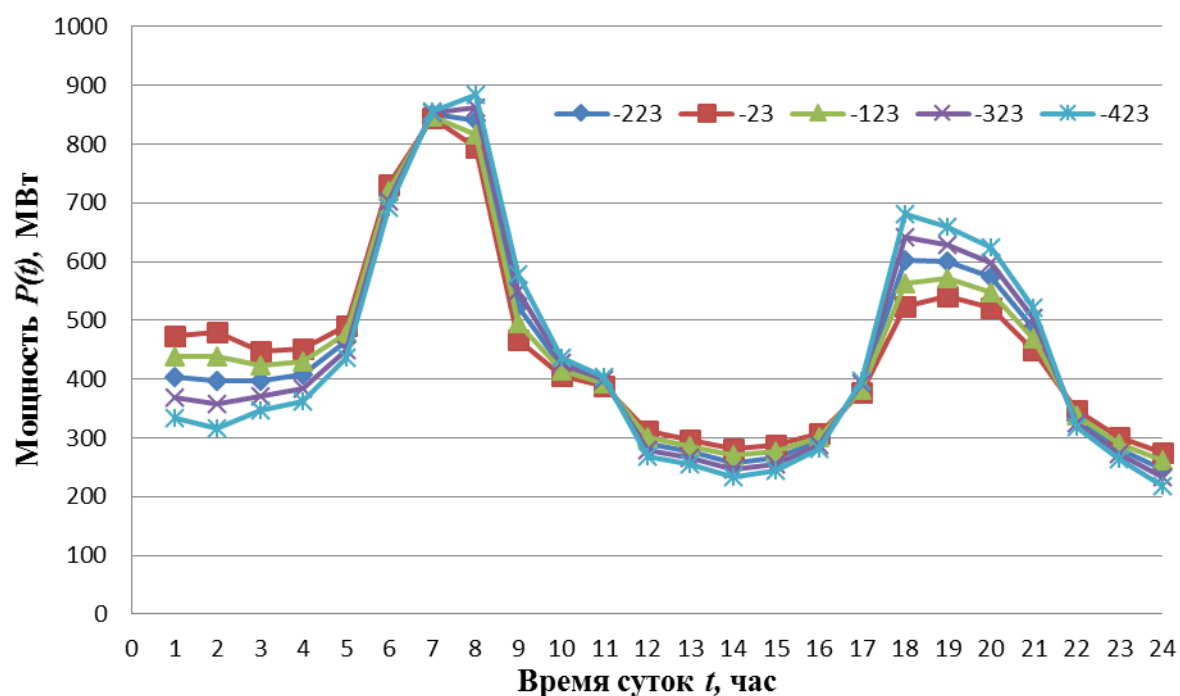


Рисунок 3. Взаимоотношение главной компоненты f_3 с формой графика $P(t)$.

Для четвертой компоненты в качестве начального значения было принято $f_{4min} = -81$ МВт шаг 20 МВт, а максимальное значение -1 МВт. Анализ реализаций

графика $P(t)$ при этих значениях f_4 показал, что изменение четвертой компоненты незначительно влияет на утренний и вечерний максимумы суточного графика.

Выводы

1. Выполненные исследования показали, что первые три компоненты ортогонального разложения МГК нецентрированных суточных графиков электрической нагрузки Северной части энергосистемы Таджикистана связаны со средним значением и формой суточного графика. Численное значение первой главной компоненты связано со средним значением суточного графика, а вторая и третья - с ординатами суточного графика на отдельных временных интервалах, таких как утренний и вечерний максимумы, ночной минимум и дневные часы.

2. Выявленные закономерности во взаимоотношение главных компонент со средним значением и формой суточного графика могут использоваться для повышения точности долгосрочного прогнозирования максимальных электрических нагрузок энергосистемы.

Литература

1. Арзамасцев Д.А., Липес А.В., Герасименко А.А. Применение метода главных компонент для моделирования нагрузок электрических систем в задаче оптимальной компенсации реактивной мощности. Изв. вузов СССР. Сер. Энергетика, 1980, N 12.-с.18-23.
2. Гурский С.К. Адаптивное прогнозирование временных рядов в электроэнергетике. Минск: - Наука и техника, 1983. - 271с.
3. Надтока И.И, Седов А.В. Адаптивные модели прогнозирования нестационарных временных рядов электропотребления. - Изв. вузов, Электромеханика, 1994, N 1-2, с. 57 - 64.
4. Надтока И. И., Махмадджонов Ф.Д. Прогнозирование максимальных электрических нагрузок для Северной части энергосистемы Республики Таджикистан на основе метода главных компонент.// Современные энергетические системы и комплексы и управление ими: Материалы 13-ой Междунар. науч.-практ. конф., г. Новочеркасск, 25 июня 2015г. / Юж.-Рос. гос. политехн. ун-т (НПИ) им. М.И. Платова. – Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2015. – С. 55 – 60.
5. Махмадджонов Ф.Д. Анализ режимов работы и повышение устойчивости энергосистемы Республики Таджикистан с учетом увеличения нагрузок в её Северной части: автореферат дисс. ... канд. техн. наук : 05.14.02 / ЮРГПУ (НПИ). – Новочеркасск, 2016. – 20 с.
6. Андрукович П.Ф. Некоторые свойства метода главных компонент. // Многомерный статистический анализ в социально-экономических исследованиях. - М.: Наука, 1974, с.189-228.

Ф.Д.Махмадҷонов, И.И.Надтока, Л.С. Қасобов.

ТАҲЛИЛИ РОБИТАИ ДУТАРАФАИ УСУЛИ ТАРКИБИҲОИ АСОСӢ БО ШАКЛҲОИ ҶАДВАЛИ БОРҲОИ ШАБОНАРӮЗИИ ЭЛЕКТРИКӢ

Таҳлили робитаи дутарафаи таркибиҳои асосии ба қисмҳо ҷудо кардани ортогоналӣ бо шаклҳои таҳқиқшавандаи ҷадвали борҳои шабонарӯзии электрикӣ дар додасудаҳои тавсифии фосолаҳои ҷадвали шабонарӯзӣ (максимумҳои саҳарӣ ва бегоҳӣ, соатҳои рӯзона ва шабона) дар мисоли борҳои максималии қисми Шимолии системаи энергетикӣи Ҷумҳурии Тоҷикистон иҷро шудааст.

Ошқор намудани қонуният барои баландбардории пешгӯӣ кардани дақиқи борҳои максималии дарозмуддати системаи энергетикӣ истифода шудааст.

Калимаҳои калидӣ: системаи энергетикӣ, усули таркибиҳои асосӣ, пешгӯӣ, ҷадвали шабонарӯзӣ бор, робитаи дутарафа.

F. Makhmaddzonov, I. Nadtoka, L. Kasobov

ANALYSIS CORRELATION BETWEEN METHOD OF PRINCIPAL COMPONENTS WITH THE FORM OF THE DAILY GRAPHIC CHART OF ELECTRIC LOAD

Performed association analysis principal component orthogonal decomposition of the form research daily graphic charts of electrical load at the specified typical intervals daily graphic chart (morning and evening maximum, daytime and night hours) on the example of maximal load Northern power system of the republic of Tajikistan. The identified dependency was used for accuracy increase long-term of maximal load of power system.

Key words: power system, method principal component, forecasting, daily graphic charts, correlation.

Сведение об авторах

Надтока Иван Иванович – 1947 г.р., окончил (1971г.) Новочеркасский политехнический институт (Россия), доктор тех. наук, профессор, заведующий кафедрой «Электроснабжение промышленных предприятий и городов» Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) имени М.И. Платова, г. Новочеркасск, автор более 270 научных и методических работ.: ii_nadtoka@mail.ru

Қасобов Лоик Сафарович – 1982 г.р., окончил (2004г.) Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими (ТТУ), канд.тех.наук, заведующий кафедрой «Электрические станции» ТТУ, автор более 30 научных работ.: loiknstu@mail.ru

Махмадҷонов Фируз Додарҷонович -1988 г.р., окончил (2011г.) Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими (ТТУ), канд.тех.наук, автор более 20 научных работ. : firuz_7773@mail.ru

Х.Б. Назиров, С.Р. Чоршанбиев, П.А. Юнусов,

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРОПРИЁМНИКОВ БЫТОВОГО СЕКТОРА НА КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

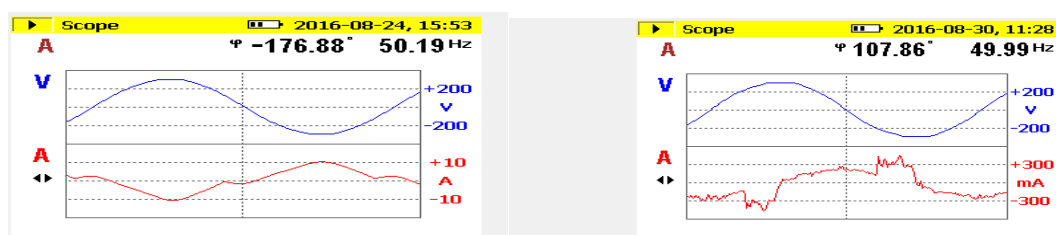
В статье рассматриваются результаты экспериментальной оценки влияния режимов работы электроприёмников бытового сектора на показатели качества электроэнергии. Установлено негативное влияние токов высших гармоник генерируемых электроприёмниками.

Ключевые слова: экспериментальная оценка, токи высших гармоник, энергосберегающие лампы, электроприёмники бытового сектора, качество электроэнергии.

В связи с ростом цен на электроэнергию в настоящее время большое внимание уделяется энергосбережению коммунально-бытовых электроприемников. В целях уменьшения потребляемой мощности бытовых приборов используются импульсные блоки питания, которые являются источниками токов высших гармоник.

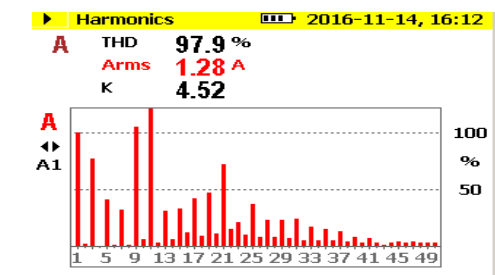
Последнее время характер и состав электроприёмников бытового сектора существенно изменился. Увеличилось количество потребляемой мощности ранее не применявшихся электрических приемников, таких как: персональные компьютеры, телевизоры, DVD плееры, видеомэгафтоны, аудиосистемы - как приборы, имеющие импульсные блоки питания, дрели, стиральные машины, пылесосы - как приборы, имеющие двигатели с регулируемой скоростью вращения; СВЧ печи - как приборы, имеющие преобразователи частоты, энергосберегающие лампы - как приборы газоразрядного освещения и т.д. Из представленного перечня нелинейных электроприборов коммунально-бытового использования видно, что потребители с нелинейной нагрузкой составляют значительную долю от общей нагрузки электрических сетей 0,38, кВ, питающих жилые дома и общественные здания. Уровень электрификации быта зависит от объема производства электроэнергии, материального благосостояния населения, жилой площади дома, культурного уровня населения, тарифов на электроэнергию и некоторых других факторов. Поэтому актуальным является рассмотрение влияния работы бытовых электроприборов на качество электроэнергии.

Было произведено выборочное измерение показателей качества электроэнергии бытовых электроприёмников с помощью анализатора КЭ Fluke-1735 (производства США) [2].

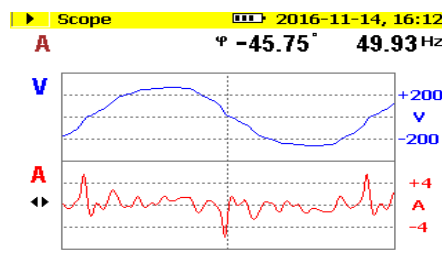


Проектор

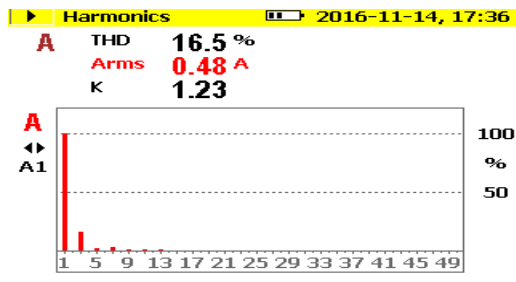
Монитор



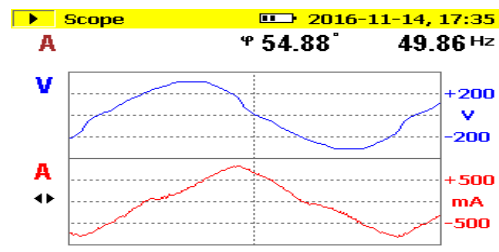
Спектр гармоник ДНаТ



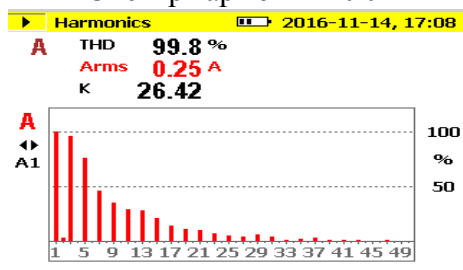
Синусоида напряжения и токов ДНаТ



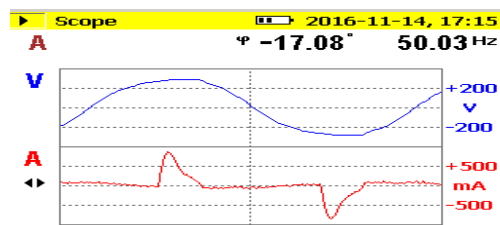
Спектр гармоник ЛЛ



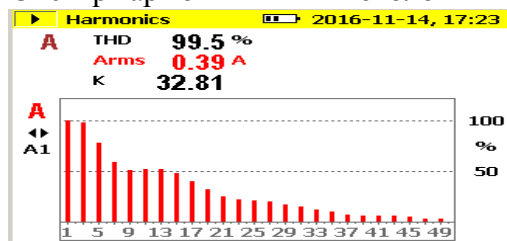
Синусоида напряжения и токов ЛЛ



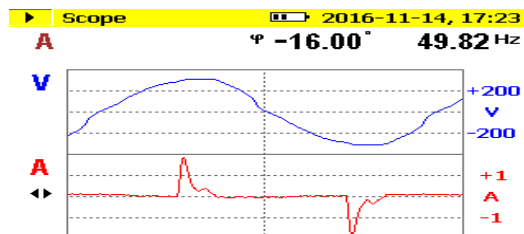
Спектр гармоник LED потолочный



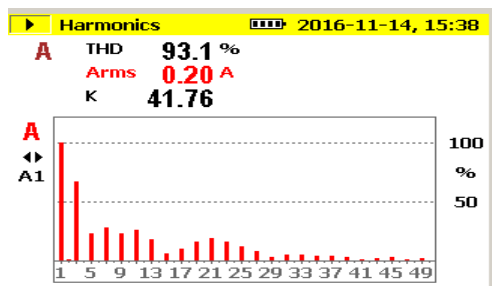
Синусоида напряжения и токов LED потолочный



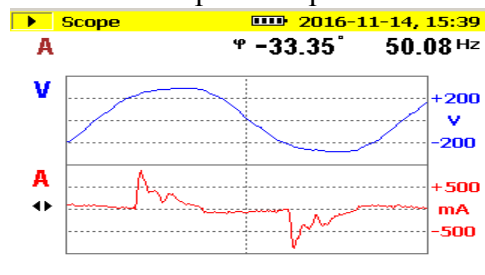
Спектр гармоник LED прожектор



Синусоида напряжения и токов LED прожектор



Спектр гармоник энергосберегающей лампы низкого давления



Синусоида напряжения и токов

Рис.1. Спектр гармоник, синусоида напряжения и токов различных типов ламп

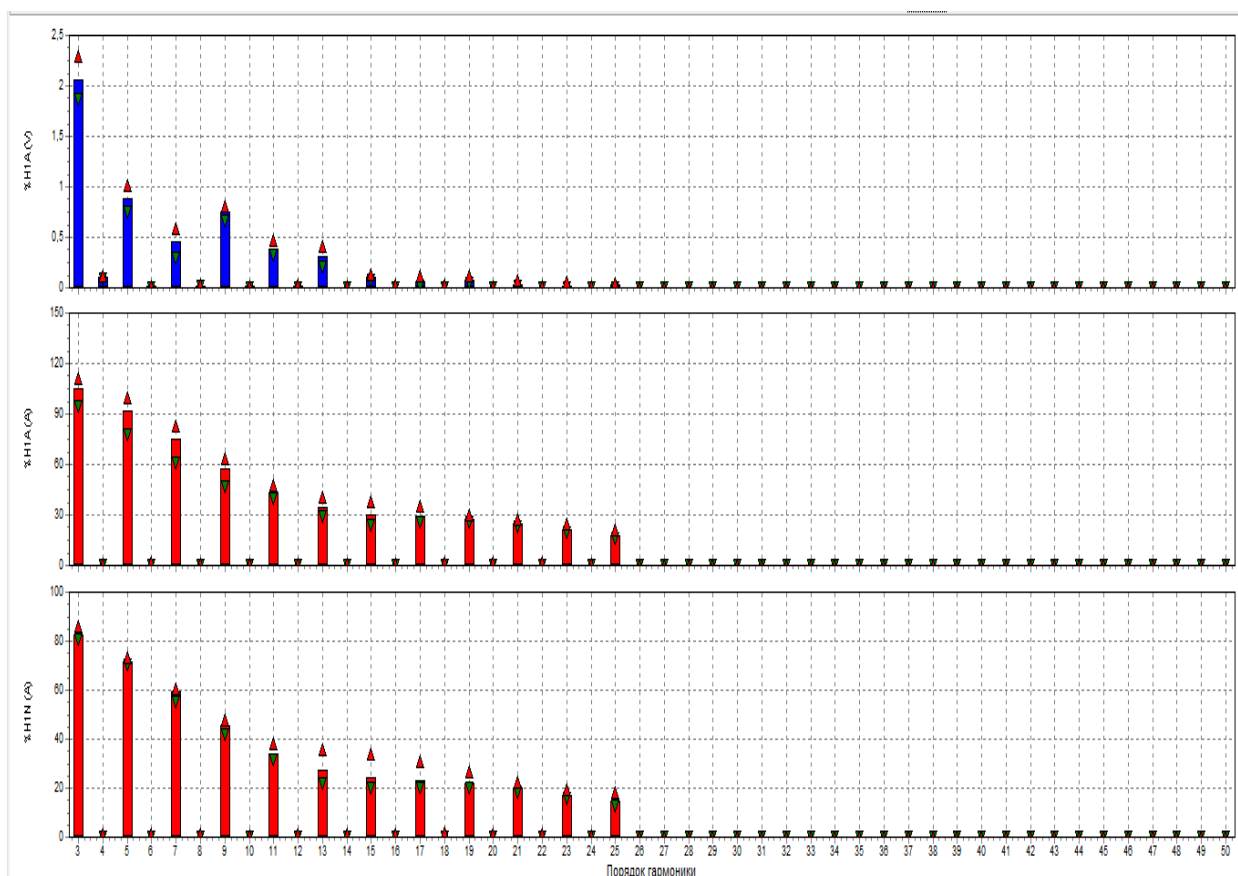
Как видно из осциллограммы, синусоида токов отличается от идеальной из-за нелинейности импульсного блока-питания, а синусоида напряжения почти как идеальное. С ростом количества электроприёмников токи высших гармоник влияют на форму кривой напряжения, ухудшая его.

Электроприемники подобного рода, потребляют ток, форма которого существенно отличается от синусоидальной. Такие электроприемники являются потребителями электроэнергии тока промышленной частоты, одновременно генерируя электроэнергию на более высоких частотах. Увеличение протекания несинусоидального тока по элементам сети создает в них дополнительное падение напряжения и потерю мощности, что является причиной искажения синусоидальности кривой напряжения в той или иной точке электрической сети [2].

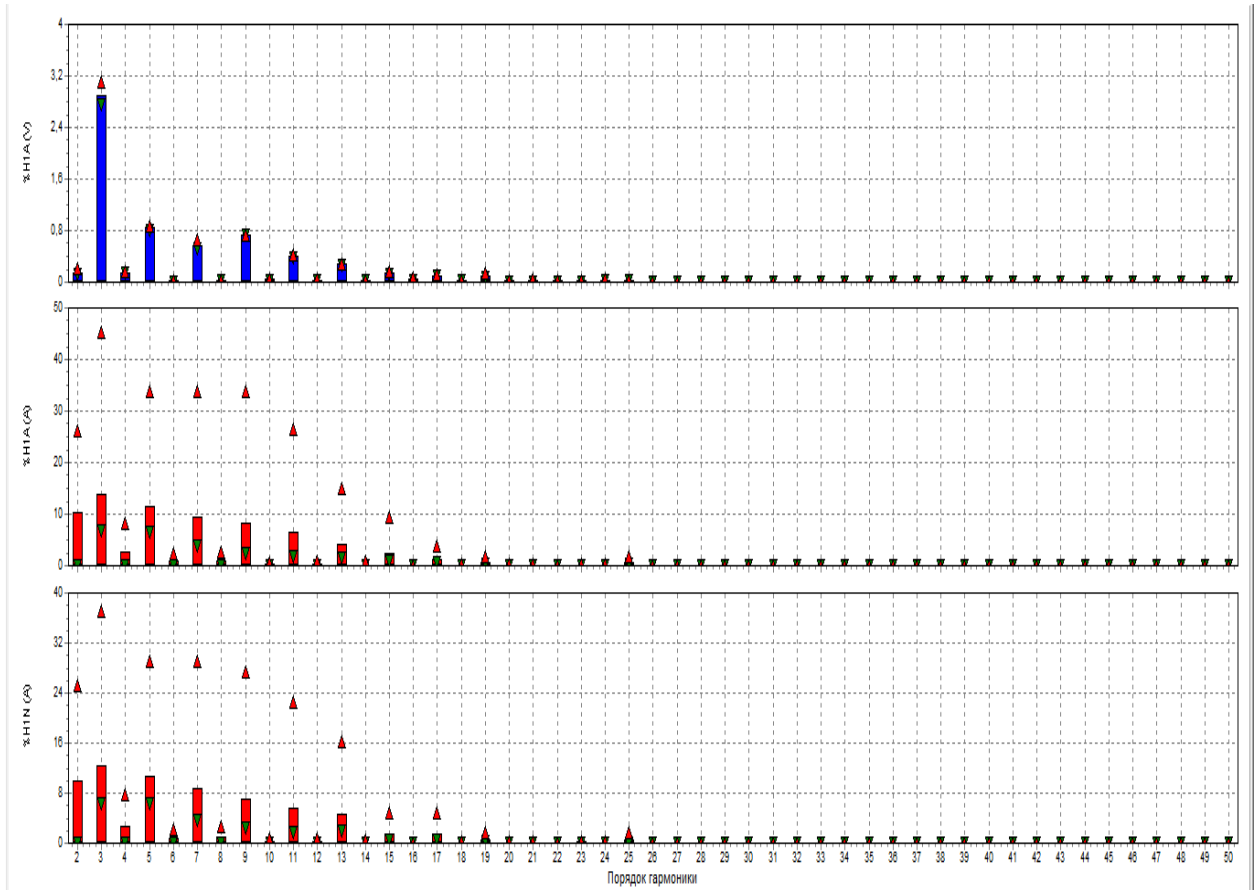
Исследования по выявлению виновников искажения синусоидальности напряжения, проведенные в электрических сетях с коммунально-бытовой нагрузкой, показали, что виновниками искажения являются приемники электрической энергии коммунально-бытовых потребителей [2].

Искажение напряжения в узлах электрической сети, обусловленное протеканием токов искажения, зависит от параметров данной сети (активных и индуктивных сопротивлений ЛЭП и трансформаторов, мощности короткого замыкания и т.д.). В реальных условиях форма кривых тока и напряжения всегда отличается от «идеальной» и оценивается показателями качества электроэнергии.

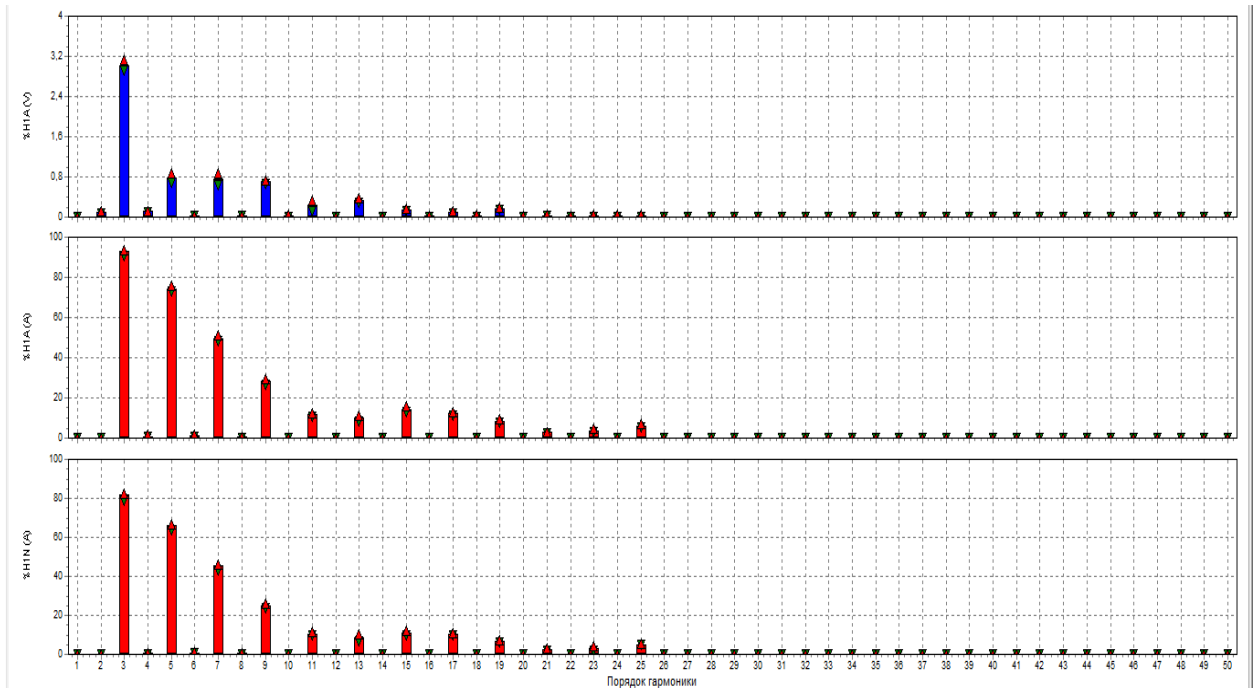
Спектр высших гармоник напряжения и токов прямой и нулевой последовательности измеренных электроприёмников приводится на рис. 2.



а)



б)



в)

Рис. 2. Измеренные спектры гармоник токов и напряжения а) ноутбука, б) принтера и в) монитора.

Расход электрической энергии на освещение в системах электроснабжения предприятий, городского хозяйства (уличное освещение, освещение административных зданий, торговых центров и т.д.) составляет значительную часть в общем балансе электропотребления [1].

Многочисленные измерения показателей качества электроэнергии, проведенные за последние несколько лет в распределительных электрических сетях 6 – 10/0,4 кВ в системах электроснабжения, показали, что напряжение в сети во многих случаях значительно отличается от требуемого нормативными документами [1].

Авторами проведены эксперименты по оценке влияния показателей КЭ на режим работы электрических ламп и воздействия этих ламп на параметры электрической сети с помощью универсального лабораторного стенда и анализатора ПКЭ [3].

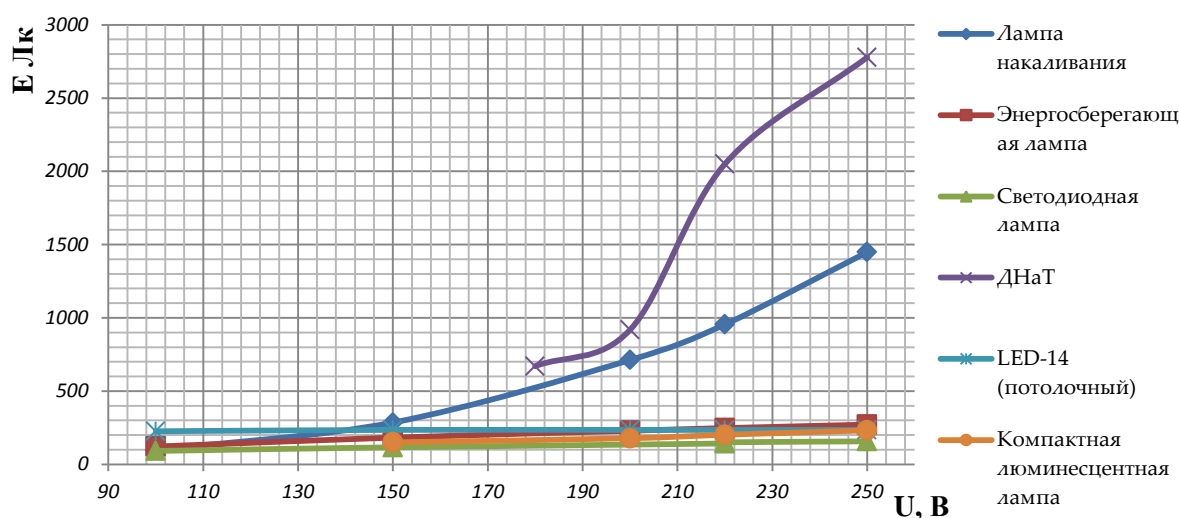
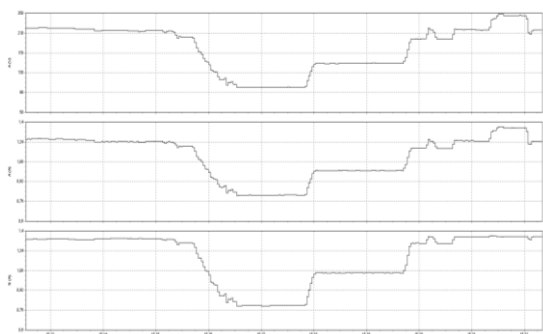


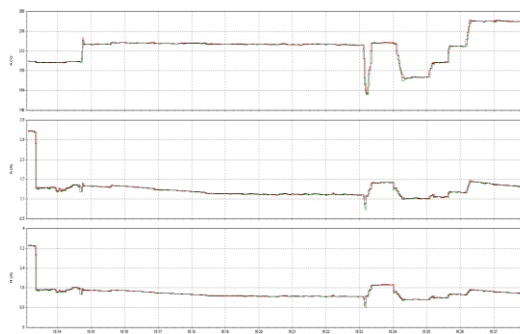
Рисунок 3 Зависимость напряжения от освещенности лампы электрического освещения

График, представленный на рис. 1, устанавливает зависимость отклонения напряжения от освещенности различных видов ламп.

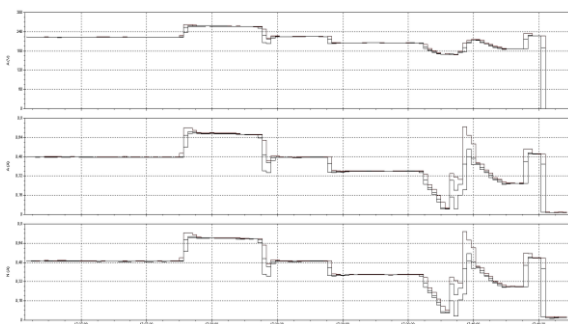
Газоразрядные и лампы накаливания имеют сильную зависимость от изменения напряжения и являются чувствительными к отклонениям напряжения. Изменение напряжения практически не влияет на освещенность энергосберегающих ламп и относительно традиционных ламп потребляют в три раза меньше электроэнергии.



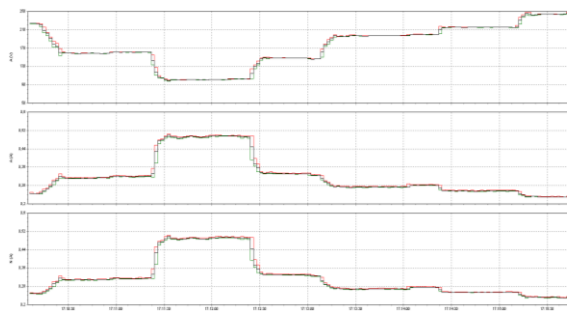
а) изменение токов и напряжения лампы накаливания



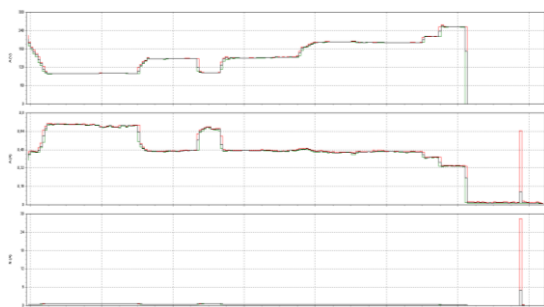
б) изменение токов и напряжения лампы ДНаТ



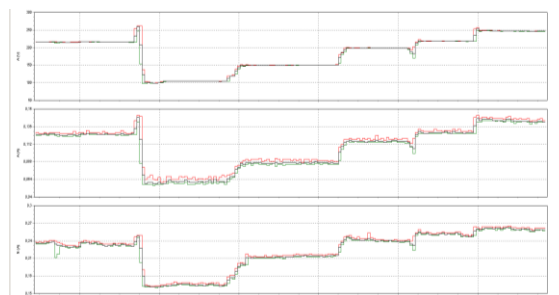
в) изменение токов и напряжения люминесцентных ламп



г) изменение токов и напряжения светодиодная лампа (LED-потолочный)



д) изменение токов и напряжения светодиодная лампа (LED-проектор)



е) изменение токов и напряжения энергосберегающая лампа низкого давления

Рис. 4. Измеренные спектры гармоник токов и напряжения различных ламп

Использование такого искаженного несинусоидального тока приводит к появлению негативных последствий [1]:

- Возможен перегрев и разрушение нулевых рабочих проводников кабельных линий вследствие их перегрузки токами гармоник, кратных трем
- Гармоники создают дополнительные потери в трансформаторах
- Сокращение срока службы электрооборудования из-за интенсификации теплового и электрического старения изоляции
- Необоснованное срабатывание предохранителей и автоматических выключателей вследствие дополнительного нагрева внутренних элементов защитных устройств
- Помехи в сетях телекоммуникации могут возникать там, где силовые и кабели телекоммуникации расположены относительно близко

Выводы:

1. Все вышеперечисленные электроприемники генерируют токи высших гармоник искажая общую форму синусоиды напряжения сети.
2. Индивидуальная компенсация токов высших гармоник в электрических схемах данных устройств не применяется.
3. Гармоники кратные трем в зависимости от режима нейтрали электроустановок самоустраняются или, протекая через нулевой провод, ухудшают их состояние.
4. Полученные результаты показывают, что лампы накаливания, ДНаТ, энергосберегающие и светодиодные лампы малой мощности и люминесцентные

лампы имеют прямую корреляционную зависимость между изменением напряжения и тока.

5. Светодиодные лампы большой мощности имеют обратную корреляционную зависимость.
6. Энергосберегающие лампы низкого давления, светодиодные лампы любой мощности, искажая форму синусоиды напряжения, генерируют в сеть токи высших гармонических составляющих, что негативно влияет на режим работы электрической сети.
7. Люминесцентные и лампы натриевые высокого давления, потребляя из сети токи высших гармоник, создают резонансы токов, что негативно влияет на срок службы и надёжность элементов этих ламп.

Литература

1. Ю.В. Шаров, В.Н. Тульский, И.И. Карташев, Х.Б. Назиров, Дж. Ш. Тошев. Современное состояние электрических сетей Республики Таджикистан по качеству электрической энергии // Вестник Таджикского Технического университета – 2012 – №4 (16). – С. 39 – 49.
2. Руководство пользователя 1735 Power Logger Fluke 2006 г.

Х.Б. Назиров, С.Р. Чоршанбиев, П.А. Юнусов,

БАҲОГУЗОРИИ ТАЪСИРИ РЕҶАИ КОРИИ ҚАБУЛКУНАНДАҶОИ МАИШӢ БА СИФАТИ ЭНЕРГИЯИ ЭЛЕКТРИКӢ

Дар мақола натиҷаҳои баҳогузори тачрибавии таъсири реҷаи кории истеъмолкунандагони маиши ба сифати энергияи электрикӣ оварда шудааст. Таъсири манфии ҷараёнҳои баландбасомаде, ки аз тарафи қабулкунандаҳо истехсол мешавад аниқ қарда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: баҳодиҳии тачрибавӣ, ҷараёнҳои баландбасомад, фурузонакҳои каммасраф, истеъмолкунандагони маишӣ, сифати энергияи барқӣ.

Kh.B. Nazirov, S.R. Chorshanbiev, P.A. Yunusov

ASSESSMENT INFLUENCE OF MODERN POWER CONSUMERS HOUSEHOLD ELECTRICITY SECTOR FOR POWER QUALITY

The article discusses the results of the experimental evaluation of the impact of modes of power consumers in the domestic sector indicators of quality of electric power. Negative influence of harmonic currents generated by power consumers.

Keywords: experimental mark, harmonic currents, power consumers in the domestic, powers qualities.

Сведения об авторах

Назирова Хуршед Бобоходжаевич – 1984 г.р., окончил в 2007 году Таджикский технический университет имени академика М. С. Осими с отличием, к.т.н, зав. кафедрой электроснабжения, ТТУ имени ака. М. С. Осими. Автор более 30 научных работ. Область научных интересов – разработка методов управления качества электрической энергии в электрических сетях. Тел: 931 – 00 – 00 – 83. E – mail: hurshed84@mail.ru.

Юнусов Парвиз Алиевич – 1990 г.р., окончил в 2013 году Таджикский технический университет имени академика М. С. Осими с отличием, ассистент кафедры электроснабжения ТТУ им академика М.С. Осими. Область научных интересов – Разработка систем управления качеством электроэнергии в городских электрических сетях. Тел: 918 – 16 -30 -63 . E – mail: gamberro90@gmail.com

Чоршанбиев Сироджиддин Раджаббокиевич- 1989 г.р., окончил (2012г.) ТТУ имени ак. М.С. Осими, аспирант кафедры «Электроэнергетических систем» НИУ МЭИ, автор более 3 научных работ, область научных интересов- Потери электроэнергии, методы и средства снижения. Тел: +(929) 987-40-77, E – mail: sirochiddin.chorshanbiev.89@mail.ru.

В.Г. Чекалин, У.Дж. Тошбоев

НОВЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КОЛИЧЕСТВА И КАЧЕСТВА ПОТОКОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ТРЕХФАЗНЫХ ЦЕПЯХ

В данной работе рассмотрен модуляционно интегральный метод идентификации мгновенного и действующего значений токов и напряжений, а также мощностей трехфазных цепей. Данная идентификация выполняется для понижения затрат электроэнергии, предаварийные и аварийные ситуации, наносящие большой ущерб технологии.

Ключевые слова: электропитания, линия, электропередача, электроэнергия, измерительный, активная, реактивная, мощность, параметр, трехфазный, электросеть, модуляционный, интегральный, идентификация, мгновенный, действующий, селективный.

Увеличение спектра источников электропитания, объединение их в сети линиями электропередачи, а также применение вычислительной техники и АСУТП приводит к необходимости добиваться повышения точности измерения мощностей и потоков энергии [1] на всех учетных границах приема-передачи электроэнергии. Сама точность измерения мощности и энергии, потребляемых нагрузок в системе энергоснабжения, определяется не только показателями точности измерительных приборов, но и структурой последних, т.е. зависит от того, насколько применяемое устройство учитывает искажающие свойства нагрузок.

Как показано еще в ранних работах [2], отклонение показателей качества электроэнергии от нормированных приводит к увеличению активных потерь и потребляемой реактивной мощности, к уменьшению срока службы электротехнического оборудования, нарушению технологических процессов, протекающих с применением электрооборудования, к изменению экономических показателей, характеризующих работу электрооборудования, неблагоприятно влияет на системы автоматики, релейной защиты, телемеханики и связи и т.д. Поэтому обеспечение высокого качества электроэнергии являются чрезвычайно важной задачей, для решения которой необходимо высокоточные средства измерения. Особый интерес представляют устройства, которые измеряли бы параметры основного потока электроэнергии в трехфазных электросетях [7,8]. Под основным потоком электроэнергии будем понимать только составляющую электроэнергии прямой последовательности [7], а все остальные составляющие будем относить к дополнительному потоку.

Развитие простых цифровых датчиков и приборов замера первичных напряжений $u(t)$ и токов $i(t)$ потока электроэнергии позволило приблизить цифровую обработку информации к базовым переменным и заменить многочисленные группы электроприборов алгоритмическими решениями [8].

Электроэнергия является одной из важнейших составляющих в производственном процессе предприятия. Структура затрат на электроэнергию предприятия в среднем характеризуется тем, что до 30% и выше процентов электроэнергии теряется. Показатели становятся еще хуже, если качество электроэнергии не удовлетворяет стандарту. Появляются предаварийные и аварийные ситуации, наносящие большой ущерб технологии. Современное развитие компьютерной техники, электроники, коммуникаций и инструментальная электронизация приборов и систем учета потоков электроэнергии вносят коренные изменения в информационное обеспечение задач оптимального управления потоками электроэнергии. Постепенно топология информационной части энергосистемы все больше и больше повторяет топологию силовых сетей. Происходит сетевое увеличение промежуточных точек первичного замера параметров потоков электроэнергии. Идет «рост» цифровой информационно распределенной сети сбора, преобразования, передачи и обработки информации для решения задач управления силовыми элементами электросети для обеспечения большей живучего, эффективности и энергосбережения во всей энергосистеме. Проблема решается не автономно, а системно, что еще больше повышает ее эффективность.

В Таджикистане с 1965 г. развивается теория и практика модуляционно интегральных методов идентификации [7], что отражено в защищенных кандидатских диссертациях и научных отчетах и публикациях школы ТТУ им. М.С. Осими. В последние годы эти методы получили развитие для идентификации многочисленных параметров потоков силовой электроэнергии на учетных границах сетей 50 Гц [6].

В силу целого ряда преимуществ во всем мире получили повсеместное развитие трехфазные (трех проводные и четырех проводные) электросети переменного тока. Известно, что границу передачи электроэнергии в любой трехфазной сети можно представить расчетной схемой рис.1. Для всех дальнейших выкладок возьмем трехфазную четырех проводную линию электропередачи рис.1 с блоком датчиков (БД) на контролируемой границе передачи электроэнергии.

Все обозначения мгновенных напряжений $u_a(t)$, $u_b(t)$, $u_c(t)$ и мгновенных токов $i_a(t)$, $i_b(t)$, $i_c(t)$ ясны из рис.1. Следует отметить если линия трех проводная, то всегда на границе измерения можно организовать искусственный нуль [8] и все нижеприведенные выкладки сохраняются.

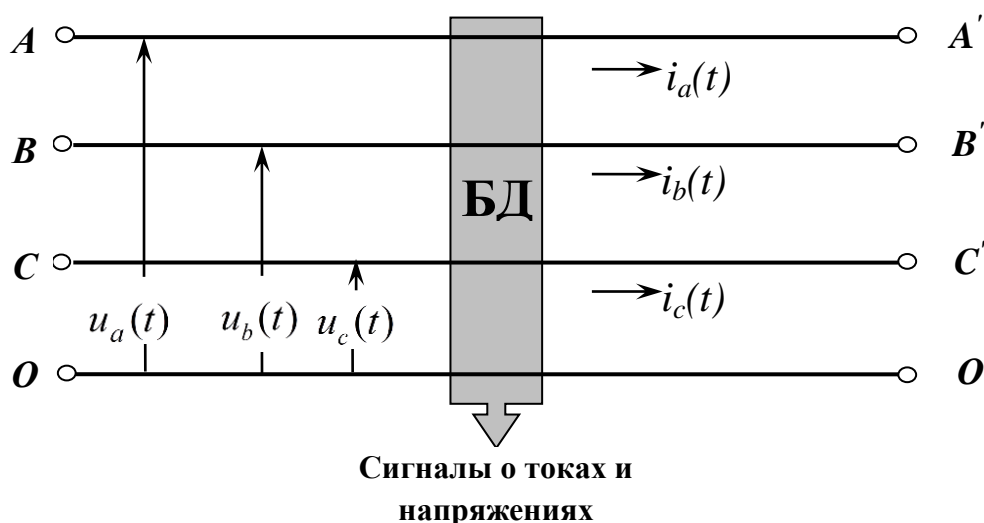


Рис.1. Параметры мгновенных токов и напряжений на учетной границе трехфазной четырех проводной линии электропередачи

Наибольшее применение находят алгоритмы идентификации параметров общего потока электроэнергии трехфазной электросети [7,8]. Так алгоритмы идентификации действующих фазных напряжений имеют вид:

$$\begin{aligned}
 U_a(t) &= \left(\frac{1}{2T} \int_0^T u_a^2(t-\lambda) \cdot 1_0^T(\lambda) \cdot d\lambda \right)^{0,5} = \left(\frac{1}{2T} \int_0^T u_a^2(t-\lambda) \cdot d\lambda \right)^{0,5} \\
 U_b(t) &= \left(\frac{1}{2T} \int_0^T u_b^2(t-\lambda) \cdot 1_0^T(\lambda) \cdot d\lambda \right)^{0,5} = \left(\frac{1}{2T} \int_0^T u_b^2(t-\lambda) \cdot d\lambda \right)^{0,5} \\
 U_c(t) &= \left(\frac{1}{2T} \int_0^T u_c^2(t-\lambda) \cdot 1_0^T(\lambda) \cdot d\lambda \right)^{0,5} = \left(\frac{1}{2T} \int_0^T u_c^2(t-\lambda) \cdot d\lambda \right)^{0,5}
 \end{aligned} \tag{1}$$

Алгоритмы идентификации действующих фазных токов имеют вид:

$$\begin{aligned}
 I_a(t) &= \left(\frac{1}{2T} \int_0^T i_a^2(t-\lambda) \cdot 1_0^T(\lambda) \cdot d\lambda \right)^{0,5} = \left(\frac{1}{2T} \int_0^T i_a^2(t-\lambda) \cdot d\lambda \right)^{0,5} \\
 I_b(t) &= \left(\frac{1}{2T} \int_0^T i_b^2(t-\lambda) \cdot 1_0^T(\lambda) \cdot d\lambda \right)^{0,5} = \left(\frac{1}{2T} \int_0^T i_b^2(t-\lambda) \cdot d\lambda \right)^{0,5} \\
 I_c(t) &= \left(\frac{1}{2T} \int_0^T i_c^2(t-\lambda) \cdot 1_0^T(\lambda) \cdot d\lambda \right)^{0,5} = \left(\frac{1}{2T} \int_0^T i_c^2(t-\lambda) \cdot d\lambda \right)^{0,5}
 \end{aligned} \tag{2}$$

Алгоритмы идентификации средне периодных активных мощностей по фазам имеют вид:

$$\begin{aligned}
 P_a(t) &= \frac{1}{T} \int_0^T i_a(t-\lambda) \cdot u_a(t-\lambda) \cdot 1_0^T(\lambda) \cdot d\lambda = \frac{1}{T} \int_0^T i_a(t-\lambda) \cdot u_a(t-\lambda) \cdot d\lambda \\
 P_b(t) &= \frac{1}{T} \int_0^T i_b(t-\lambda) \cdot u_b(t-\lambda) \cdot 1_0^T(\lambda) \cdot d\lambda = \frac{1}{T} \int_0^T i_b(t-\lambda) \cdot u_b(t-\lambda) \cdot d\lambda \\
 P_c(t) &= \frac{1}{T} \int_0^T i_c(t-\lambda) \cdot u_c(t-\lambda) \cdot 1_0^T(\lambda) \cdot d\lambda = \frac{1}{T} \int_0^T i_c(t-\lambda) \cdot u_c(t-\lambda) \cdot d\lambda
 \end{aligned} \tag{3}$$

Соответственно алгоритмы идентификации средне периодной активной мощности по всей трехфазной линии электропередачи имеет вид:

$$P(t) = P_a(t) + P_b(t) + P_c(t) \quad (4)$$

В работах [7,8] приведены алгоритмы, программы и макеты для решения и более целенаправленных задач производств:

- идентификации параметров потока электроэнергии базовой (основной) частоты трехфазной электросети;
- селективные алгоритмы идентификации параметров основного потока электроэнергии (потока энергии прямой последовательности основной частоты) трехфазной электросети;
- селективные алгоритмы идентификации параметров потока обратной последовательности основной частоты трехфазной электросети;
- селективные алгоритмы идентификации параметров потока нулевой последовательности основной частоты трехфазной электросети;
- идентификации параметров дополнительного потока электроэнергии трехфазной электросети.

Предлагаемые алгоритмы цифровые методы идентификации различных параметров потоков электроэнергии путем первичной обработки текущих значений токов и напряжений позволяют метрологически обеспечить многие задачи электро энергосбережения, как отдельному пользователю, так и системно. Как на этапах проектирования, так и на этапах эксплуатации. Тем не менее, вопросы развития, проектирования, производства и широкого применения таких цифровых приборных устройств остро стоит. Основные преимущества предлагаемого:

А) рассмотренные методы оценки параметров потоков электроэнергии конкурентно способны только при современной компьютерной реализации и переходе на цифровую обработку сигналов о первичных токах и напряжениях на всех учетных границах потребления электроэнергии одновременно решаются и вопросы передачи уже цифровой унифицированной информации на все требуемые уровни систем (обеспечивается цифровая обработка информации для всего спектра появляющихся задач);

Б) приближение информационной обработки к первичным токам и напряжениям о потоках электроэнергии позволяет отказаться от многоступенчатой приборной части и перейти к алгоритмическим решениям по оптимизации электроэнергетических потоков в распределенной энергосистеме;

В) предлагаемые алгоритмы идентификации параметров потоков силовой электроэнергии содержат широкий спектр селективных устройств, которые найдут свое применение при коммерческом учете потоков электроэнергии, возможно и при решении задач релейной защиты;

Г) представляют большой интерес для практики алгоритмы идентификации параметров дополнительного потока электроэнергии в трехфазных электросетях;

Д) предложенные алгоритмы идентификации параметров потоков электроэнергии могут найти свое применение при синтезе различных систем электроэнерго сбережения.

Заключение

При затрате на электроэнергию предприятия замечается большие потери. Появляются предаварийные и аварийные ситуации, наносящие большой ущерб технологии. Показатели становятся еще хуже, если качество электроэнергии не удовлетворяет стандарту. Современное развитие компьютерной техники, электроники, коммуникаций и инструментальная электронизация приборов и систем учета потоков

электроэнергии вносят коренные изменения в информационное обеспечение задач оптимального управления потоками электроэнергии.

Список литературы

1. Основы теории цепей. Учебник для вузов./ Г.В. Зевеке, П.А. Ионкин, А.В. Нетушил, С.В. Страхов. - 5-е изд., перераб. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 258с.
2. Ф.А.Зыкин, В.С.Каханович. Измерение и учет электрической энергии. –М., Энергоатоиздат, 1982. –104с.
3. Loeb J. Les errenrs systematiques et eleatoires dans la determinacion experimentale des fonctions de transfert Communication. 159/1, Congres IFAC, Ball. 1963.
4. Loeb J., Cahen G. More about process identification. IEEE Transactions on Automatic Control, vol. AC-10, n3, July 1965.
5. Loeb J. Identification experimentale des processus industriels. Paris, Dunod, 1967.
6. Чекалин В.Г. Метод скользящего интегрирования в системах идентификации. // Изв. ВУЗов, Приборостроение, Т5, 1970.
7. Чекалин В.Г. Селективные методы модуляционно интегральной идентификации параметров потоков силовой электроэнергии. / Труды V Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления» SICPRO '06. Изд. ИПУ РАН. М.: 2006. 849-864сс.
8. Отчет “Теория и практика модуляционно интегральных приборов оценки параметров потоков электроэнергии 2010÷2014г.г.”. Душанбе, ТТУ им. М.С. Осими, 2014. 117с., ил.37, библи.68 наим., табл.2.

В.Г. Чекалин, У.Ҷ. Тошбоев

УСУЛҲОИ НАВИ БАҲОДИҲИИ СИФАТ ВА МИҚДОРИ СЕЛИ ҚУВВАИ БАҶҚ ДАР ЗАНЧИРҲОИ СЕФАЗАДОР

Дар маърузаи зерин усули модуляционно-интегралӣи идентификацияи қувваи ҷараён ва шиддати лаҳзаӣ ва амалқунанда, ҳамчунин тавоноии занҷири сефазадор музокира карда шудааст. Идентификацияи зерин барои сарфаи қувваи баҷқ, пеш аз садамаӣ ва садамаӣ, ки барои технология осеб расонида метавонанд, пешбинӣ шудааст.

V.G. Chekalin, U.J. Toshboev

NEW METHODS OF ESTIMATION OF QUANTITY AND QUALITY OF ELECTRICITY FLUX IN THREE-PHASE CIRCUIT

In this work is considered the modulation integral method of identification of instantaneous values and root-mean-square current and voltage, and also power of three-phase circuit. This identification uses for decrease expenditure of electric energy, prefault and emergency conditions, that great damage to technology.

Сведения об авторах.

Чекалин Владимир Георгиевич – к.т.н., профессор кафедры «Информатики и вычислительной техники» Таджикского технического Университета имени академика М.С. Осими.

Тошбоев Умед Джурабоевич – старший преподаватель кафедры «Информатики и вычислительной техники» Таджикского технического Университета имени академика М.С. Осими.

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

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК ТИТАНА НА ПОТЕНЦИАЛ КОРРОЗИИ СПЛАВА $Zn5Al$ В СРЕДЕ ЭЛЕКТРОЛИТА $NaCl$

Сообщение посвящено исследованию влияния добавок титана на потенциал коррозии цинк-алюминиевого сплава $Zn5Al$, предназначенного для нанесения защитных покрытий горячим методом.

Ключевые слова: цинк-алюминиевый сплав – титан – потенциал свободной коррозии – сплав $Zn5Al$ – электролит – химический состав – среда – смещение потенциала – концентрат.

В связи с синтезом новых сплавов и внедрением их в технику, а также расширением масштаба применения алюминия и сплавов на его основе, особенно в агрессивных средах, вопросы улучшения коррозионной стойкости становятся актуальными [1].

Электрохимические, особенно потенциодинамические методы давно и плодотворно применяют для изучения коррозии металлов. С применением потенциодинамических методов стало возможным оценить роль электродного потенциала в поведении металла (сплава) при пассивации и в пассивном состоянии. Оказалось, что зависимость скорости растворения от потенциала является важнейшей коррозионной характеристикой металла, которая может быть использована как для предсказания его коррозионной стойкости, так и для выбора способа защиты в заданных условиях [2 – 4].

Сплавы для исследования были получены в шахтной печи электрического сопротивления в интервале температур 700-750 °С из цинка марки Ц1 (ГОСТ 3640-94), алюминия марки А7 и его соответствующих лигатур с титаном. Содержание титана в сплавах составляло, мас. %: 0,01; 0,05; 0,1; 0,5. Взвешивание шихты производили на аналитических весах АРВ-200 с точностью $0.1 \cdot 10^{-6}$ кг.

Шихтовка сплавов проводилась с учётом угара металлов. Лигатура алюминия с титаном (2.26% Ti) предварительно синтезировалась в вакуумных печах под давлением инертного газа. Разогревая печь электрического сопротивления до 750 °С, расплавляли цинк и алюминий, затем вводили лигатуру. После определенной выдержки при нужной температуре, до 30 мин, тщательно перемешивали расплав. Из каждой плавки отливали в графитовую изложницу стержни диаметром 8 мм и длиной 140 мм. Нерабочая часть образцов изолировалась смолой (смесь 50% канифоли и 50% парафина). Перед погружением образца в рабочий раствор его торцевую часть зачищали наждачной бумагой, полировали, обезжировали, травили в 10%-ном растворе NaOH, тщательно промывали спиртом и затем погружали в раствор NaCl для исследования. Температура раствора в ячейке поддерживалась постоянная (20°C) с помощью термостата МЛШ-8. Электродом сравнения служил хлорсеребряный, вспомогательным – платиновый.

Исследование коррозионно-электрохимического поведения сплава Zn5Al, легированного титаном, проводилось в средах электролита хлорида натрия с концентрациями 0.03 и 3% на потенциостате ПИ-50.1.1 со скоростью развёртки потенциала 2мВ/сек с выходом на программатор ПР-8 и самописец ЛКД-4 по методике, описанной в работе [5].

В табл. 1 и 2 представлены результаты исследования зависимости потенциала свободной коррозии во времени сплава Zn5Al, легированного титаном, в вышеуказанных средах NaCl, которые фиксировались в течение часа. Для всех исследованных групп сплавов отмечено смещение потенциала в положительную область, что объясняет динамику формирования защитной оксидной пленки, которая завершается к 40 минутам.

Таблица 1

Зависимость потенциала (х.с.э.) свободной коррозии ($-E_{св.кор}$, В) сплава Zn5Al, легированного титаном, во времени, в среде 0.03%-ного электролита NaCl

Среда	Время, мин	Содержание Ti в сплаве Zn5Al, мас.%				
		0	0,01	0,05	0,1	0.5
0.03%NaCl	0	1.092	0.700	0.696	0.690	0.686
	0.15	1.090	0.697	0.694	0.682	0.678
	0.2	1.089	0.695	0.693	0.676	0.674
	0.3	1.087	0.692	0.691	0.670	0.668
	0.4	1.085	0.688	0.687	0.664	0.662
	0.5	1.081	0.684	0.682	0.660	0.657
	0.6	1.078	0.681	0.678	0.656	0.652
	2	1.073	0.676	0.672	0.650	0.645
	3	1.068	0.672	0.668	0.642	0.638
	4	1.064	0.668	0.664	0.636	0.632
	5	1.060	0.664	0.660	0.630	0.624
	10	1.058	0.656	0.652	0.620	0.616
	20	1.055	0.648	0.642	0.608	0.608
	30	1.053	0.640	0.636	0.592	0.590
	40	1.052	0.634	0.630	0.574	0.571
	50	1.051	0.624	0.624	0.560	0.558
	60	1.050	0.624	0.620	0.556	0.554

Независимо от химического состава для всех исследованных групп сплавов отмечено смещение потенциала в положительную область, что характеризует динамику формирования защитной оксидной пленки, которая завершается к 35-45 минутам и зависит от химического состава. Так, после одного часа выдержки в растворе 0.03%-ного хлорида натрия потенциал свободной коррозии сплава Zn5Al составляет -1.050 В, а у легированного сплава, содержащего 0.5 мас.% титана составляет -0.554 В (табл. 1).

Таблица 2

Зависимость потенциала (х.с.э.) свободной коррозии ($-E_{св.кор}$, В) сплава Zn5Al, легированного титаном, во времени, в среде 3%-ного электролита NaCl

Среда	Время, мин	Содержание Ti в сплаве Zn5Al, мас.%				
		0	0,01	0,05	0,1	0.5
3% NaCl	0	1.160	1.020	1.018	1.014	1.010
	0.15	1.158	1.018	1.016	1.010	1.006
	0.2	1.156	1.016	1.013	1.007	1.002
	0.3	1.153	1.014	1.010	1.004	1.000
	0.4	1.151	1.012	1.007	1.001	0.996
	0.5	1.146	1.010	1.003	0.997	0.993
	0.6	1.140	1.008	1.000	0.994	0.989
	2	1.132	1.004	0.989	0.984	0.982
	3	1.125	0.998	0.980	0.976	0.974
	4	1.116	0.993	0.972	0.968	0.965
	5	1.113	0.988	0.964	0.960	0.958
	10	1.109	0.965	0.955	0.946	0.936
	20	1.107	0.940	0.936	0.930	0.918
	30	1.106	0.914	0.910	0.900	0.889
	40	1.104	0.896	0.892	0.884	0.860
	50	1.102	0.881	0.874	0.868	0.846
	60	1.100	0.864	0.856	0.849	0.840

Потенциал свободной коррозии сплава Zn5Al после одного часа выдержки в растворе 3%-ного хлорида натрия составляет -1.100В , а у легированного сплава, содержащего 0.5 мас.% титана, составляет -0.840В (табл. 2).

Если сравнить $E_{\text{св.кор.}}$ для цинк-алюминиевого сплава, легированного титаном, можно отметить, что более положительное значение потенциала имеет сплав Zn5Al в растворе 0.03%-ного хлорида натрия (табл. 1) и более отрицательное значение данного потенциала относится к сплаву Zn5Al в растворе 3%-ного хлорида натрия, соответственно в двух исследованных средах (табл. 2).

В целом, проведённые электрохимические исследования сплава Zn5Al, легированного титаном, позволяют получить коррозионностойкие сплавы для покрытий с оптимальной концентрацией титана 0.05 – 0.5. мас.%.

Литература

1. Дж. Алиев, З.Обидов, И.Ганиев, Цинк-алюминиевые защитные покрытия нового поколения. Физико-химические свойства цинк-алюминиевых сплавов с щелочноземельными металлами. Издательский дом LAP LAMBERT Academic Publishing, Berlin, 2013, -130 с.
2. Жук Н.П., Курс теории коррозии и защиты металлов.- М.: Металлургия, 1976.-472 с.
3. Циммерман Р., Гюнтер К. Металлургия и материаловедение.: Справ., изд. /Пер. с нем. М.: Металлургия, 1982.- 480 с.

4. Маттссон Э. Электрохимическая коррозия. Пер. со шведск.- Под ред. Колотыркина Я.М. – М.: Металлургия, 1991.- 158 с.
5. Умарова Т.М., Ганиев И.Н. Коррозия двойных алюминиевых сплавов в нейтральных средах. Душанбе: Дониш, 2007, - 258 с.

Алиев Ч. Н., Ганиев И.Н, Аминов Ф.М., Нарзуллоев З.Ф.

**ТАЪСИРИ ИЛОВАИ ТИТАН БА БА ПОТЕНСИАЛИ ЗАНГЗАНИИ ХЎЛАИ Zn_5Al
ДАР МУҲИТИ ЭЛЕКТРОЛИТИ $NaCl$**

Маълумот оиди тадқиқи таъсири иловаи титан ба потенциали зангзании хўлаи рух-алюминий Zn_5Al баҳшида шудааст, ки барои иҷро намудани рӯйпӯшҳои муҳофизатӣ бо усули тафсон муқаррар гардидааст.

Калимакалидҳо: хўлаи рух-алюминий - титан - потенциали озод ба зангзанӣ - хўлаи Zn_5Al - таркиби химиявӣ - муҳит – ҷойивазкунии потенциал – ғилзат

Aliev J.N., Ganiev I.N., Aminov F.M., Narzulloev Z.F.

**EFFECT OF TITANIUM ON POTENTIAL CORROSION ALLOY IN A MEDIUM
ZN5AL ELECTROLYTE NaCl**

Post dedicated to the study of the effect of titanium additions on the corrosion potential of zinc-aluminum alloy Zn_5Al , designed for the application of protective coatings by hot.

Key words: zinc-aluminum alloy - titanium - free corrosion potential - Zn_5Al alloy - electrolyte - chemical composition - Wednesday - offset potential - concentrate.

Сведения об авторах

Ганиев Изатулло Наврузович, 1948г.р., окончил Химико-технологический институт им. С.М. Кирова, г. Казани в 1970 году, д.х.н., профессор, академик Академии наук Республики Таджикистан, зав. лабораторией «Коррозионностойкие материалы» Института химии им. В.И. Никитина Академии наук Республики Таджикистан, автор более 670 научных работ. Контактная информация тел: +992935728899, **E-mail:** ganiev48@mail.ru

Алиев Джамшед Насридинович, 1972г.р., окончил Таджикский технический университет им. акад. М.С.Осими в 1994 году, к.т.н., доцент кафедры «Материаловедение, металлургические машины и оборудование», автор более 40 научных работ. Контактная информация тел: +992939063033, **E-mail:** jamshed-7206@mail.ru

Аминов Фируз Миррахматович, 1968г.р., окончил Таджикский технический университет им. акад. М.С.Осими в 1994 году, старший преподаватель кафедры «Детали машин и строительно-дорожные машины».

Нарзуллоев Зубайдулло Файзуллоевич, 1972г.р., окончил Таджикский технический университет им. акад. М.С.Осими в 1994 году, ассистент кафедры «Инженерная графика».

А. Шарифов, Ф.Б. Шарипов

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ХИМИЧЕСКИХ ДОБАВОК НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЦЕМЕНТА

В статье исследовано влияние разных химических веществ на реологические свойства цементов с целью определения их пригодности в качестве регуляторов схватывания. Определены влияния сульфата натрия, каустической соды, скрубберной пасты и их комплексных составов на свойства цемента. Определены оптимальные количества регуляторов схватывания цемента.

Ключевые слова: цемент, химическая добавка, подмыльный щелок, скрубберная паста, сульфат натрия, каустическая сода, нормальная густота, сроки схватывания.

Обычно для улучшения технологических и технических свойств цементных бетонов в состав вяжущего вводят малые количества некоторых химических веществ в качестве добавок. Они влияют на реологические свойства цементного теста и через такое влияние изменяют свойства бетонной смеси и бетона. Чаще всего это влияние положительное для улучшения показателей свойств бетона. Чтобы уменьшить объём экспериментальных исследований свойств бетона, целесообразно, прежде чем исследовать влияние этих веществ на свойства бетона, определить их влияние на изменения свойств цементного теста. С этой целью в данной работе мы проводили определение влияния подмыльного щелока (ПМЩ), скрубберной пасты (СКП), сульфата натрия (СН), каустической соды (КС) и некоторых комплексных составов из данных веществ на реологические свойства цемента.

Нормальную густоту (водопотребность) и сроки схватывания цементного теста с добавками определили по ГОСТ 310.3-76 (СТ СЭВ 3920-82).

Результаты определения показали что, ПМЩ в количестве 0,05 ...1% от массы цемента несколько уменьшает водопотребность цемента (рис. 1), т.е. с увеличением дозировки добавки равномерно снижается нормальная густота цементного теста. В то же время, с увеличением количества ПМЩ, существенно замедляется время схватывания цементного теста, однако в дозировках добавки 0,9 и 1% от массы цемента наблюдается быстрое схватывание в подобие ложного схватывания цементного теста. Можно сделать предварительный вывод, что оптимальной дозировкой ПМЩ для небольшого замедления схватывания цемента является 0,3...0,5% от массы цемента.

На рис.2 показана зависимость влияния сульфаты натрия (СН) и каустической соды (КС) на водопотребность и сроки схватывания цементного теста. Как видно, сульфат натрия незначительно уменьшает водопотребность цемента и является очень слабым ускорителем схватывания цементного теста.

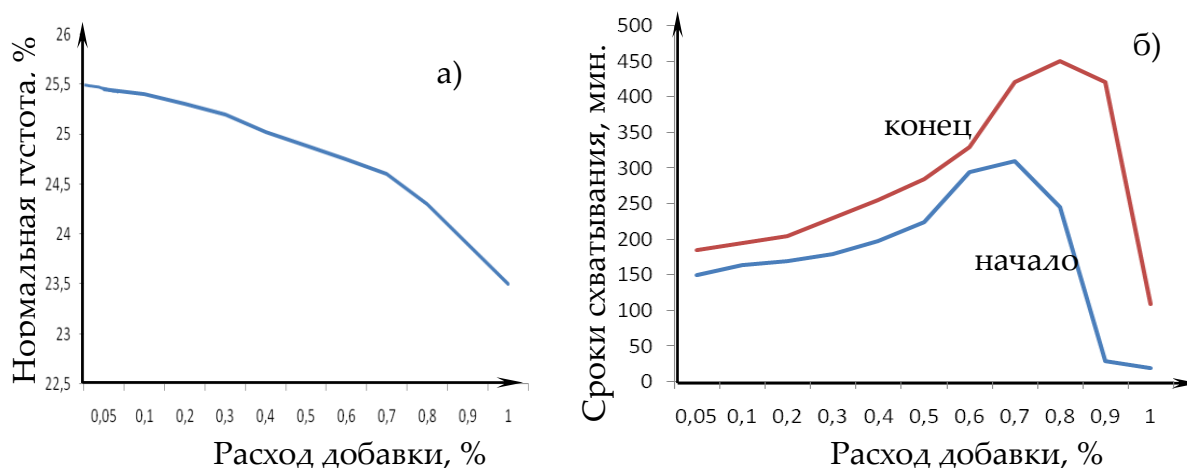


Рис.1. Зависимость нормальной густоты (а) и времени схватывания теста (б) от содержания ПМЩ в составе цемента.

Каустическая сода также незначительно снижает нормальную густоту цемента и является ускорителем схватывания и твердения цемента. Возрастание расхода добавки до 0,6% уменьшает время схватывания цементного теста до 30 минут.

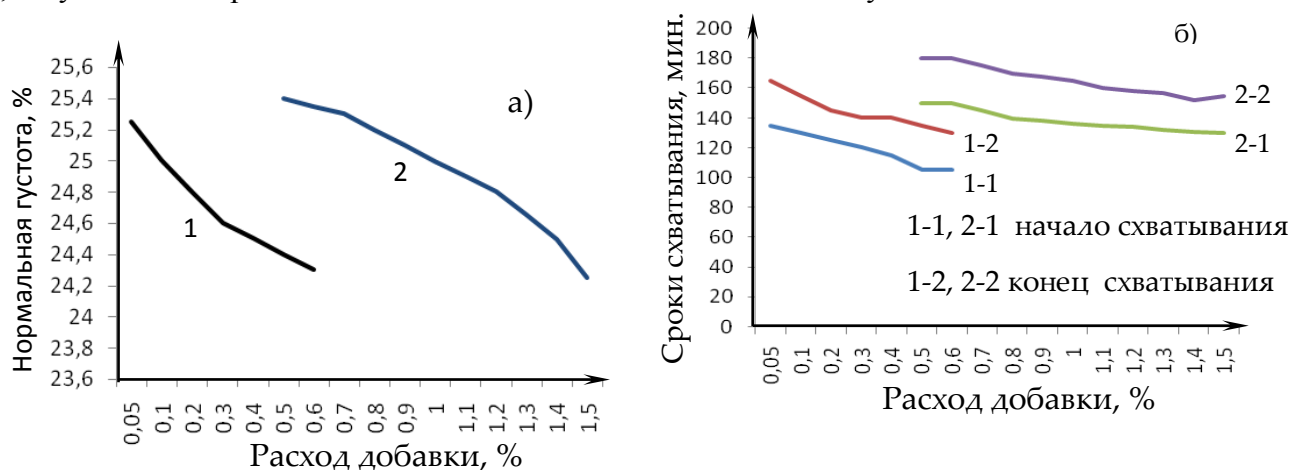


Рис.2. Зависимость нормальной густоты (а) и времени схватывания теста (б) от содержания каустической соды (1) и сульфата натрия (2) в составе цемента: 1-1 и 1-2 для каустической соды, 2-1 и 2-2 для сульфата натрия.

В таблице 1 приведены результаты влияния комплексной добавки, состоящей из ПМЩ и СН. Влияние комплексной добавки в зависимости от соотношения её компонентов разное на показатели свойства цементного теста: оно ускоряющее и замедляющее. Поэтому, считая результаты табл.1 предварительными, надо провести более детальные исследования по определению влияния каждого компонента добавки на свойства цементного теста.

Таблица 1.

Нормальная густота и сроки схватывания цемента с комплексной добавкой

Дозировка добавки, %	Нормальная густота	Сроки схватывания, час-мин
----------------------	--------------------	----------------------------

ПМЩ	СН	цементного теста %	начало	конец
-	-	25,50	2-30	3-00
0,3	0,75	25,25	3-25	4-00
0,4	0,75	25,00	4-10	4-45
0,5	0,75	25,00	4-50	5-40
0,6	0,75	24,50	5-35	6-30
0,3	1,0	24,75	2-25	3-30
0,4	1,0	24,75	2-45	3-20
0,5	1,0	24,75	3-15	3-50
0,6	1,0	24,50	4-30	5-20
0,3	1,5	25,00	2-30	3-15
0,4	1,5	25,50	3-05	4-00
0,5	1,5	24,75	3-25	4-30
0,6	1,5	24,50	3-40	5-05

Проводили также исследование влияния отхода химической промышленности - скрубберной пасты (СКП) на водопотребность и сроков схватывания цемента. Скрубберная паста является эффективной порообразующей добавкой, она обычно используется для изготовления ячеистых бетонов [2].

Как видно из данных табл.2. скрубберная паста не является пластификатором цемента, она незначительно изменяет нормальную густоту цементного теста. В то же время, она является сильным замедлителем схватывания цементного теста и с увеличением её дозировки в составе цемента замедляющий эффект добавки повышается.

Введение сульфата натрия в количестве 1% совместно с скрубберной пастой несколько снижает замедляющее действие последней на скорость процесса схватывания цемента.

Таблица 2.

Нормальная густота и сроки схватывания цемента с СКП и комплексной добавки из СКП и СН

Дозировка добавки, %		Нормальная густота цементного теста, %	Сроки схватывания, час-мин.	
СКП	СН		начало	конец
Добавка: скрубберная паста (СКП)				
-	-	25,50	2-30	3-00
0,05	-	25,00	3-05	3-45

0,1	-	24,50	3-20	4-05
0,2	-	24,50	4-05	4-30
0,3	-	24,75	4-50	5-15
0,4	-	24,50	5-20	6-05
0,5	-	24,50	5-30	6-20
Комплексная добавка (СКП+СН)				
0,1	1,0	24,75	3-00	3-30
0,2	1,0	24,75	3-25	3-50
0,3	1,0	24,75	4-00	4-35
0,4	1,0	24,75	4-30	5-20
0,5	1,0	27,75	4-45	5-40

Таким образом, полученные данные по изменению реологических свойств цементного теста под влиянием названных добавок позволяют оптимально выбрать их количества для получения бетонов с заданными технологическими свойствами.

Литература

1. Ратинов В.Б., Розенберг Т.И. Добавки в бетон. - М.:Стройиздат, 1989.-188с.
2. А.С.№1539193 СССР, МКИ С 04 В 38/10, Пенообразователь для поризации бетонной смеси, опубл.15.02.90, Бюл.№6.

А.Шарифов, Ф.Б.Шарипов

ТАЪСИРИ БАЪЗЕ МОДДАҲОИ КИМИЁВӢ БА ХОСИЯТҲОИ РЕОЛОГИИ СЕМЕНТ

Дар мақола таъсири баъзе моддаҳои кимиёвӣ ба хосиятҳои реологии семент тадқиқ карда шудааст. Ба сифати моддаҳои кимиёвӣ сульфати натрий, ишқори собунӣ, хамираи скрубберӣ ва таркибҳои комплекси онҳо истифода шуданд. Миқдорҳои оптималии моддаҳои кимиёвӣ барои тағир додани вақти часпиши семент муайян карда шудаанд.

Калимаҳои калидӣ: семент, моддаи кимиёвӣ, ишқори собунӣ, хамираи скрубберӣ, сульфати натрий, ғализии мӯътадил, вақти часпиш.

A.Sharifov, F.B.Sharipov

INFLUENCE SOME CHEMICAL ADDITIVES ON THE RHEOLOGICAL CHARACTERISTIC OF THE CEMENT

In article analyzed influence some chemical additives on rheological characteristic of the cement. As additives are used sulphate sodium, caustic soda, scrubber paste and their complex compositions. The optimum amount regulator cement setting are determined.

Key words: cement, chemical additive, substitution lye, scrubber paste, sulphate sodium, caustic soda, normal density, setting tame.

Сведения об авторах

Шарифов Абдумунин.-1949 г.р., окончил КПИ (Украина,1972), д.т.н., профессор кафедры "Технология химического производства" ТТУ имени акад. М.Осими, тел.93-543-54-52. **Email:** Sharifov49@mail.ru,

Шарипов Фарход Баратович – 1982 г.р. окончил Таджикский технический университет имени академика М,С. Осими старший преподаватель кафедры «Теоретическая механика и сопротивление материалов» ТТУ имени акад. М.С.Осми **Email:** abdullo.1982@mail.ru, тел. 918-49-02-08.

Ф.К. Ходжаев, Б.Б.Эшов, Р.А.Исмоилов, М.А.Болтаев

ТЕРМОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИНТЕРМЕТАЛЛИДОВ СОСТАВОВ Pb_2Ln и Pb_4Ln_5 (Ln – ЛАНТАНОИДЫ)

Полуэмпирическими и расчётными методами определены и/или уточнены температура плавления и энтальпия плавления интерметаллидов (ИМ) составов Pb_4Ln_5 и Pb_2Ln . Установлено, что закономерность изменения этих характеристик ИМ в зависимости от природы лантаноидов имеет разный характер в пределах подгруппы лантаноидов.

Ключевые слова: интерметаллиды, лантаноиды, состав, температура плавления, энтальпия, диаграмма, характеристика.

Получение достоверных сведений о термохимических свойствах сплавов многокомпонентных металлических имеют научно – прикладное значение. На их основе становится возможным разработать рациональные способы и определить оптимальные условия получения материалов с заранее заданными свойствами.

Многочисленным исследованием диаграммы состояния систем Pb-Ln (где Ln – лантаноиды) установлено образование интерметаллидов (ИМ) составов Pb_3Ln , Pb_2Ln , Pb_4Ln_3 , $PbLn$, $Pb_{10}Ln_{11}$, Pb_4Ln_5 , Pb_3Ln_5 , $PbLn_2$ и $PbLn_3$. Однако имеющиеся в литературе значения величины температуры плавления ИМ заметно отличаются между собой, а сведения об их энтальпии плавления вовсе отсутствуют.

Настоящая работа посвящена определению и/или уточнению температуры и энтальпии плавления интерметаллидов составов Pb_4Ln_5 и Pb_2Ln , системному анализу и

установлению закономерности изменения этих характеристик ИМ в пределах всего ряда лантаноидов.

Энтальпия плавления ИМ ($\Delta H^0_{Т, \text{кДж/г-атом}}$) рассчитана по известной формуле $\Delta H^0_{\text{пл.}, \text{Pb}_x\text{Ln}_y} = T_{\text{пл.}}^{\text{им}}(n\Delta H^0_{\text{пл.}}^{\text{Ln}}/T_{\text{пл.}}^{\text{Ln}} + m\Delta H^0_{\text{пл.}}^{\text{Pb}}/T_{\text{пл.}}^{\text{Pb}})/n+m$ (Расчет-1).

В качестве основного метода расчета для определения и/или уточнения величины температуры и энтальпии плавления ИМ и установления закономерности их изменения в зависимости от природы лантаноидов применен известный полуэмпирический метод Полуэктова Н.С. и др. (Расчет-2). Расчет произведен по следующему корреляционному уравнению

$$A_{\text{Pb}_x\text{Ln}_y} = A_{\text{Pb}_x\text{La}_y} + \alpha N_f + \beta S + \gamma' S_{(\text{Ce}-\text{Eu})} (\gamma'' L_{(\text{Tb}-\text{Yb})}) \quad (2)$$

Коэффициенты уравнения (2): - α – учитывает влияние 4f – электронов, β - и γ – влияние спин (S) – и орбитальных (L) – моментов движения атомов и ионов лантаноидов на определяемую величину (A). В данной работе A – температура плавления (Т пл.) и энтальпия плавления интерметаллидов ($\Delta H^0_{\text{пл.}}$) ИМ составов Pb_4Ln_5 и Pb_2Ln . Коэффициенты относятся: γ' - к лантаноидам цериевой подгруппы, а γ'' – к металлам иттриевой подгруппы. Рассчитанные значения коэффициентов корреляционного уравнения (1) приведены в таблице 1. По значениям этих коэффициентов можно установить долевое участие каждого компонента уравнения на значения определяемой характеристики ИМ исследуемых составов систем Pb-Ln.

Таблица 1

Значения коэффициентов корреляционного уравнения (2)

Состав ИМ	Характеристика	A	β	γ'	γ''
Pb_4Ln_5	$\Delta H^0_{\text{пл.}}$	150,29	7,71	-152,23	116,07
	Т пл., К	12,86	0	9.28	11.28
Pb_2Ln	$\Delta H^0_{\text{пл.}}$	-519,71	19,42	-567,16	238,88
	Т пл., К	-62,61	0,34	-52.44	26.61

Полученные полные сведения по температуре и энтальпии плавления интерметаллидов составов Pb_4Ln_5 и Pb_2Ln приведены в таблице 2.

Таблица 2

Температура плавления (Тпл., К) и энтальпия плавления ($\Delta H^0_{\text{пл.}}$, кДж/моль-атомов) интерметаллидов состава Pb_4Ln_5

Pb_4Ln_5		a	e	Pr	d	m	m	u	d	b	y	o	Er	m	b	u
Тпл., К	Р.2	3	7	8	0	3	7	0	3	3	8	2	5	7	5	3
	Лит.	-	-	8	-	-	3	-	3	-	8	-	-	-	-	3
$\Delta H^0_{\text{пл.}}$	Р.1	57	62	94	46	95	44	31	36	23	38	32	41	10	08	61
	Р.2	7	4	4	6	0	6	2	6	1	9	2	8	9	9	1

Pb ₂ Ln		Т _{пл.} , К		ΔH ⁰ _{пл.}
Р.1	Р.2	Лит.	Р.2	
La	0	-	0	14553
Ce	8	-	8	11724
Pr	0	3	0	10255
Nd	6	-	6	9363
Pm	3	-	3	9315
Sm	3	988	3	8720
Eu	992	-	992	8406
Gd	3	3	3	10983
Tb	7	-	7	10692
Dy	8	8	8	10694
Ho	2	-	2	10254
Er	9	-	9	9636
Tm	0	-	0	9027
Yb	950	-	950	7696
Lu	843	843	843	7277

Зависимость температуры плавления ИМ состава Pb₄Ln₅ от природы лантаноидов (рисунок 1(а)) имеет одинаковый характер для подгрупп лантаноидов. Наблюдается симбатное повышение температуры плавления ИМ и порядкового номера лантаноидов с максимумом для Pb₄Sm₅ и Pb₄Tm₅. Для ИМ состава Pb₄Ln₅ (рис.1(б)) данная зависимость носит антибатный характер.

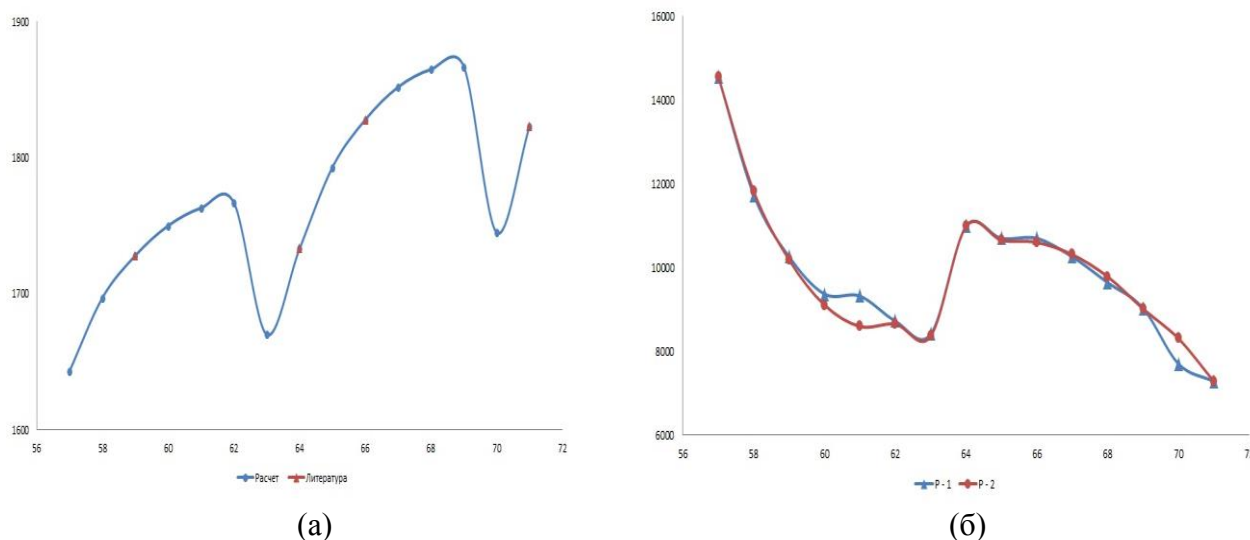


Рисунок 2. Кривые зависимости температуры плавления ИМ составов Pb₄Ln₅ (а) и Pb₂Ln (б) от порядкового номера лантаноидов (N)

Зависимость энтальпии плавления ИМ изученных составов от природы лантаноидов носит почти аналогичный характер с температурой плавления этих интерметаллидов. По-видимому, доминирующее влияние на данную закономерность имеют 4f – электроны. Свидетельством тому является большое значение коэффициента α, приведённое в табл.1.

Наблюдается характерное отклонение характеристик ИМ европия и иттербия от общих закономерностей, обусловленное частичным и полным заполнением электронами 4f- орбиталей атомов этих элементов.

В целом, в рассматриваемых закономерностях изменения температуры плавления и энтальпии плавления интерметаллидов в пределах группы лантаноидов чётко проявляется тетрад-эффект.

Литература

1. Физико-химические свойства элементов. Справочник. Под редакцией Самсонова Г.В. – Киев: Наукова думка, 1965, 806 с.
2. Термические константы веществ. Под редакцией акад. Глушко В.И. Справочник в десяти выпусках. – М.: АН СССР, ВИНТИ, ИВТ, 1981. Вып.10, ч.1, 299с.
3. Баянов А.П., Славкина В.И. Материалы конференции, посвященной 100 -летию Всесоюзного химического общества имени Д.И. Менделеева. Новокузнецк, 1969, с. 25-39.
4. Полуэктов Н.С., Мешкова С.Б., Коровин Ю.В., Оксиненко И.И. Докл. Академии наук СССР, 1982, т.266, №5, с.1157-1160.
5. Мешкова С.Б., Полуэктов Н.С., Топилова З.М., Данилкович М.М. Координационная химия, 1986, т.12, вып., с.481-484.

Ф.К. Ходжаев, Б.Б. Эшов, Р.А. Исмоилов, М.А. Болтаев

ТАВСИФИ ТЕРМОХИМИКИИ ТАРКИБИ ИНТЕРМЕТАЛЛИДҲО Pb_2Ln ва Pb_4Ln_5 (Ln – ЛАНТАНОИДҲО)

Бо усулҳои новобастаи ҳисоб бузургҳои ҳарорат ва энталпии гудохташавии интерметаллидҳои таркиби Pb_4Ln_5 и Pb_2Ln муайян ёдакиқ карда шудаанд. Қонунияти тағйирёбии чунин хусусиятҳои нишондодашудаи ҳулаҳо вобаста аз табиати лантаноидҳо муқарар карда шудаанд.

Вожакалидҳо: интерметаллидҳо, лантаноидҳо, таркиб, ҳарорати гудозиш, энталпия, диаграмма, хусусият.

F.K. Khodzhaev, B.B.Eshove, R.A. Ismoilov, M.A.Boltaev

THERMOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF INTERMETALLIC COMPOUNDS COMPOUNDS Pb_2Ln and Pb_4Ln_5 (Ln - LANTHANIDES)

Semi-empirical and calculation methods have defined and/or specified temperature of melting and an enthalpy of melting of intermetallic (HIM) of structures of Pb_4Ln_5 and Pb_2Ln . It is established that regularity of change of these characteristics IT depending on the nature of lanthanides has different character within subgroup of lanthanides.

Key words: intermetallics, lanthanides, structure, melting point, enthalpy, chart, feature.

Сведения об авторах

Ходжаев Фируз Камолович – 1983 г.р., окончил ТГУ им. академика М.С.Осими (2009), старший научный сотрудник отдела докторантуры PhD и аспирантуры, автор 23 научной статьи. *E-mail:* firuz1083@mail.ru

Болтаев Малик Аджикович – 1957 г.р., окончил ТГУ им. В.И. Ленина (1989), к. хим. наук, доцент Кургантюбинского государственного университета им. Н. Хусрава, автор 64 научных работ.

Эшов Бахтиер Бадалович – 1967 г.р., окончил Ленинградский горный институт им. Г.В. Плеханова (1991), к.х.н. директор ГНПЭУ АН РТ, автор более 130 научных работ. *E-mail:* ishov1967@mail.ru

Исмоилов Ризо Ахмедович – 1963г.р., окон. ТТУ им. акад. М.С. Осими (2000), с.н.с. ГНПЭУ АН РТ, автор 12 научных публикаций.

М.А. Абдуллоев, А.М. Умирзоков, А.А. Соибов, Ф.И. Джобиров, А.Л. Бердиев

АНАЛИЗ ОТКАЗОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГОРЬЯ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

В статье приведена оценка анализа отказов автомобильных шин в Республике Таджикистан. Выявлено распределение отказов автомобильных шин по характеру эксплуатации в условиях высокогорья и основные причины преждевременного выхода их из строя.

Ключевые слова: условия эксплуатации, автомобильные шины, эксплуатация автомобилей, механические повреждения, безотказность автомобильных шин.

Суровость условий эксплуатации автомобилей в горных дорогах Республики Таджикистан характеризуется экстремальными дорожными условиями, значительными перепадами высот над уровнем моря и изменчивостью метеоусловий (нормы годовых осадков, температуры воздуха, влажности и т.д.) на относительно небольших расстояниях, а также относительно короткой продолжительностью светового дня в горах. Суровые условия эксплуатации автомобилей в горных условиях при строительстве гидротехнических сооружений в Республике Таджикистан способствуют значительному снижению нормативного ресурса автомобильных шин.

Из 117 подконтрольных автомобильных шин 10.00R20, установленных на автомобилях-цементовозах DEZ 5254, эксплуатируемых в Республике Таджикистан, ни одна шина не проработала до установленной заводом изготовителем нормы наработки 60 тыс.км. Только 7 из общего числа автомобильных шин, находящихся в подконтрольной эксплуатации, наработали более 40 тыс. км. Из общего числа шин 23 шины вышли из строя по причине преждевременного износа протектора. Все остальные шины (их 94) вышли из строя по причине взрыва и прочих механических повреждений.

Распределение отказов по причине механического повреждения автомобильных шин типоразмера 10.00R20, установленных на автомобилях - цементовозах DEZ 5254, эксплуатируемых в условиях строительства ГЭС в Республике Таджикистан по месяцам года (рис.1) свидетельствует о неравномерности распределения отказов шин по месяцам года.

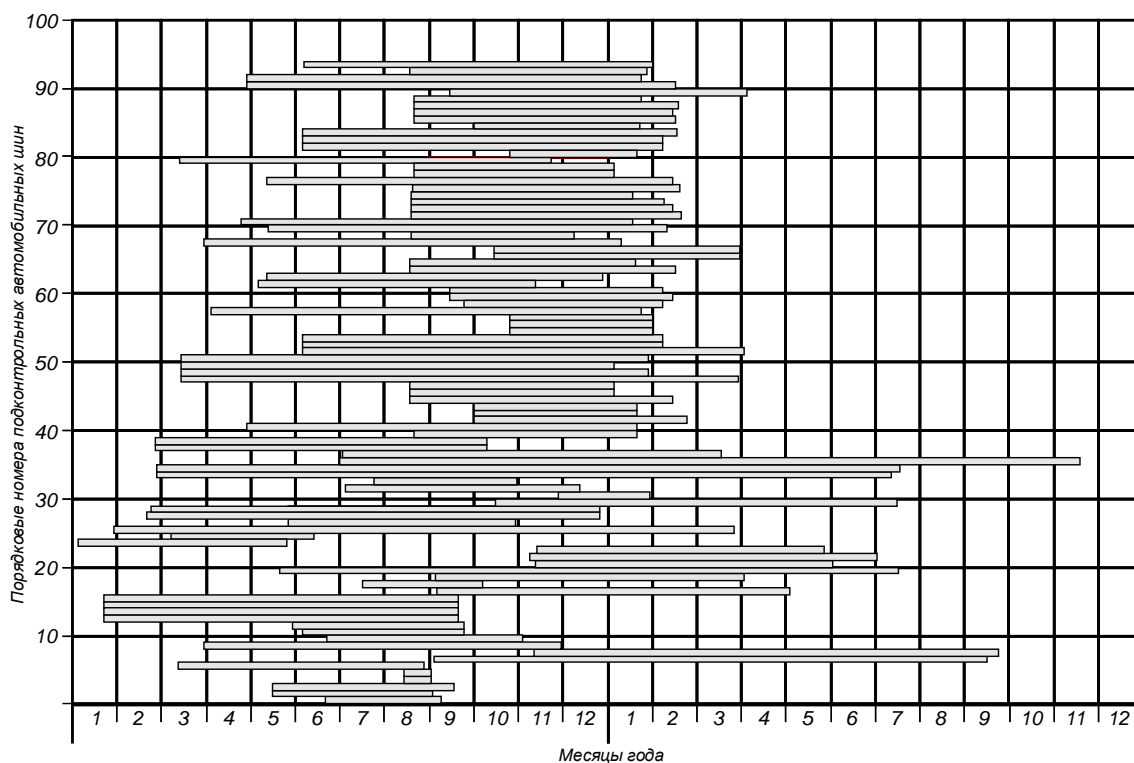


Рис. 1. Распределение отказов автомобильных шин типоразмера 10.00R20, установленных на автомобилях - цементовозах DEZ 5254, эксплуатируемых в Республике Таджикистан по причине механического повреждения по месяцам года.

Из графика, приведенного на рис.2, следует, что случайные отказы шин, связанные с механическим повреждением, в основном, приходятся на январь и февраль года. Для этих месяцев характерны оголения после осадков булыжников и камней с острыми ребрами, скользкое дорожное покрытие. После осадков в результате износа поверхности дороги могут выступать наружу части булыжников, имеющие достаточно большие размеры (10 ... 15 см) и острые грани. В лужах, образованных после дождя, часто не видны инородные предметы, выпученные или выступающие на поверхности дороги, камни с острым концом или ребром. На грунтовых дорогах после дождя все инородные предметы и выступающие камни «перекрашиваются» в цвет хаки и различить их в процессе управления автомобилем становится практически невозможным.

Все это приводит к различным механическим повреждениям, а также к усиленному крошению или абразивному износу протектора шин. В горных регионах для зимних месяцев также характерно резкое сокращение продолжительности светового дня, в результате чего снижается контрастность и сложнее становится различать предметы, приводящие к механическим повреждениям шин.

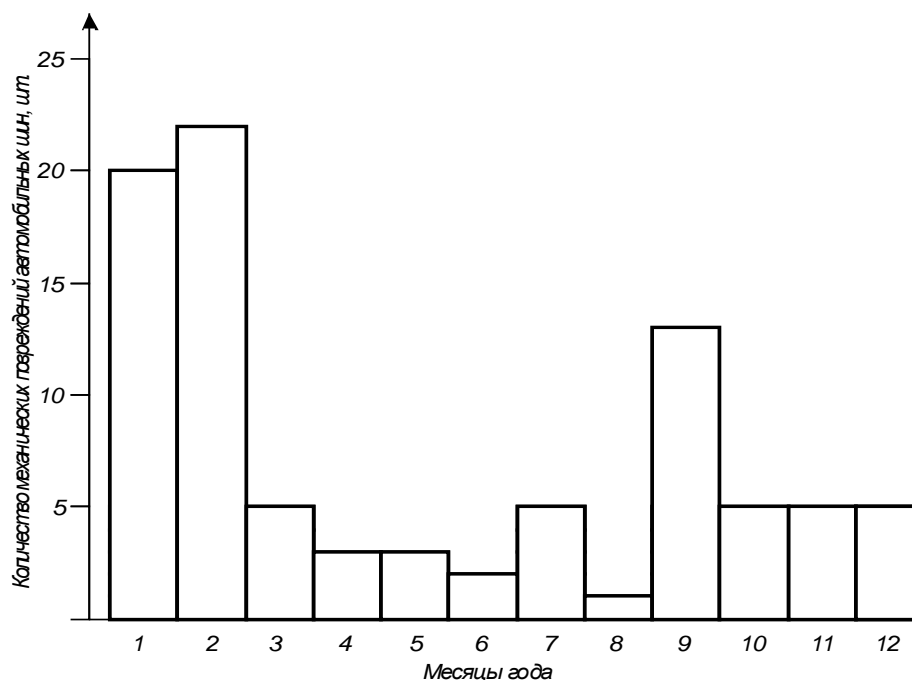


Рис. 2. Распределение отказов шин 10.00R20, эксплуатируемых в условиях строительства Рогунский ГЭС в РТ с механическими повреждениями по месяцам года.

Распределение отказов подконтрольных шин грузовых автомобилей по периодам года (рис. 3) наглядно показывает, что около 80% отказов с механическим повреждением автомобильных шин приходится на осенне-зимний период эксплуатации, а остальные 20% - на весенне-летний период.

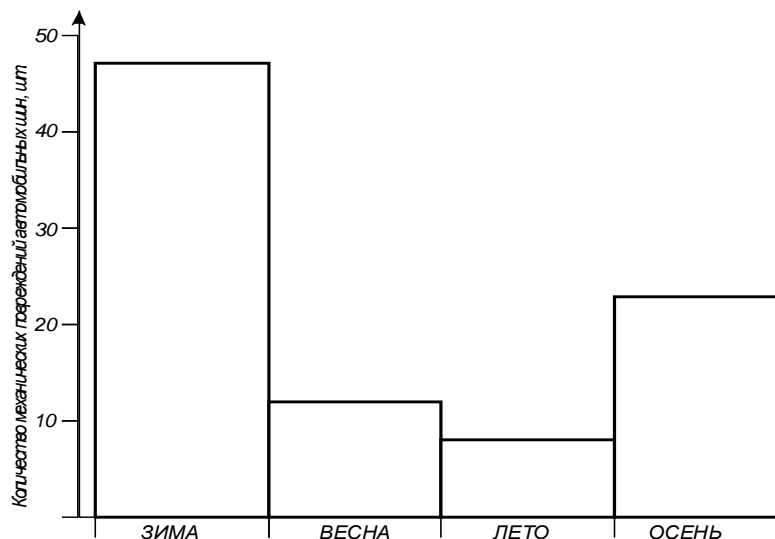


Рис. 3. Распределение отказов шин 10.00R20, эксплуатируемых в условиях РТ с механическими повреждениями по временам года

По сути, износ протектора автомобильных шин тоже есть не что иное как процесс его механического разрушения. Разница в том, что износ как механическое разрушение протектора является закономерным процессом, происходящим с той или иной интенсивностью, а взрывы, механические повреждения, трещины, разрезы, отслоения, излом каркаса и другие подобные дефекты шин имеют случайный характер.

Нужно отметить, что любые разрушения автомобильных шин, любые их дефекты связаны динамизмом процессов взаимодействия шины с дорогой. С учетом того, что свыше 80% всех подконтрольных автомобильных шин снимаются с эксплуатации по причине механического повреждения, можно утверждать о достаточности динамизма во взаимодействиях шины с дорогой.

На основании анализа распределения отказов автомобильных шин типоразмера 10.00R20, эксплуатируемых в Республике Таджикистан по причине механического повреждения по месяцам года установлено, что средняя наработка на отказ названных шин для условий РТ составляет чуть более 23 тыс. км.

На основе изложенного можно сделать следующие выводы и предложения:

1. Более 80% шин грузовых автомобилей, эксплуатируемых в горных условиях РТ, имеют отказы с механическим повреждением.
2. Основные причины отказов с механическим повреждением шин грузовых автомобилей в горных условиях строительства Рогунский ГЭС в РТ связаны с элементами системы ВАДС, главным из которых являются дорожные условия эксплуатации грузовых автомобилей.
3. Большой удельный вес отказов шин грузовых автомобилей с механическим повреждением в горных условиях РТ приходится на осенне-зимний период их эксплуатации. Около 80% автомобильных шин снимаются с эксплуатации по причине отказов с механическим повреждением в этот период, а остальные 20% - в весенне-летний период.
4. Немаловажным фактором, способствующим значительному числу отказов шин с механическим повреждением, является работа грузового автомобиля с полной массой, превышающей установленную норму.

Литература:

1. Турсунов А.А. Управление работоспособностью автомобилей в горных условиях эксплуатации. – Душанбе: Ирфон, 2003.-365 с.
2. Влияние дорожных, климатических и эксплуатационных факторов на долговечность автомобильных шин. Умирзоков А.М., Саибов А.А., Абдуллоев М.А., Джобиров Ф.И. / Вестник ТТУ, №3 (31) 2015, стр. 89-94.

М.А. Абдуллоев, А.М. Умирзоков, А.А. Соибов, Ф.И. Чобиров, А.Л. Бердиев

ТАҲЛИЛИ РАДНОПАЗИРИИ ШИНАҲОИ АВТОМОБИЛӢ ДАР ШАРОИТИ БАЛАНДКӢҶИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Дар мақола баҳоиди таҳлили раднопазирии шинаҳои автомобилӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон оварда шудааст. Тақсими раднопазирии шинаҳои автомобили аз рӯи тавсифи истифодабари дар шароитҳои баландкӯҳ ва сабабҳои асосии пеш аз мӯҳлат корношоям шудани онҳо муайян карда шудааст

Калимаҳои калидӣ: шароити истифодабарӣ, шинаҳои автомобилӣ, истифодабарии автомобилҳо, носозҳои механикӣ, раднопазирии шинаҳои автомобилӣ

M. A. Abdulloev, A. M. Umirzakov, A. A. Sohibov, F. I. Jobirov, A. L. Berdiev,

**FAILURE ANALYSIS OF AUTOMOBILE TIRES IN MOUNTAINOUS
CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN**

The article describes the evaluation of failure analysis of automobile tires in Tajikistan. Identified that failure distribution of tires for the usage in high altitude conditions and the main causes of premature failure.

Key words: operating conditions, tires, maintenance of vehicles, mechanical damage, the reliability of automobile tires..

Сведения об авторах

Абдуллоев Мадамон Абдурахмонбекович – 1968 г.р., окончил (1995г.) Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство», к.т.н., доцент, проректор по науке ТТУ имени академика М.С. Осими, автор более 55 научных статей. **E-mail:** madamon@mail.ru.

Умирзоков Ахмад Маллабоевич – 1959 г.р., окончил (1983г.) Таджикский аграрный университет по специальности «Механизация сельского хозяйства», к.т.н., доцент кафедры «Физика твердых тел» ТНУ, автор более 55 научных статей. (**E-mail:** ahmad.umirzokov@mail.ru).

Саибов Абдуназар Алиевич – 1952г.р., окончил (1974г.) Таджикский аграрный университет по специальности «Механизация сельского хозяйства», к.т.н., доцент кафедры «Физика твердых тел» ТНУ, автор более 75 научных работ. **E-mail:** nazar-009@mail.ru.

Джобиров Фируз Иззатуллоевич 1987 г.р., окончил (2011г.) Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство», старший преподаватель кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта» ТТУ имени академика М.С. Осими, автор 12 научных статей. **E-mail:** Jobirov.firuz@mail.ru.

Бердиев Алишер Лукмонович – 1984г.р., окончил (2006г.) Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство», ст. препод. кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта» ТТУ имени академика М.С. Осими, автор 20 научных статей. **E-mail:** alik8405@mail.ru.

С.А. Евтюков, С.В. Репин, О.К. Бобобеков, Д.А. Лутов

ПРИНЦИПЫ ПРОГРАММНО-ЦЕЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

Метод управления системы эксплуатации парка транспортно-технологических машин является важнейшим фактором для перехода всей системы от исходного состояния в заданное состояние. Выявление факторов или, по крайней мере, главных из них, способствующих достижению поставленной цели, и установление среди них определенной очередности или доли реализации с учетом важности каждого фактора для достижения системой конечной цели.

Ключевые слова: транспортно-технологические машины, эксплуатация, управление, задачи, факторы, дерево целей, дерево систем.

Данное исследование выполнено при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда (РГНФ) в рамках научно-исследовательского проекта «Разработка методики формирования структурных элементов транспортной системы по экономическим и надежности критериям (на примере парков транспортно-технологических машин)», проект № 15-02-00512.

На кафедре наземных транспортно-технологических машин Санкт-Петербургского архитектурно-строительного университета (СПбГАСУ) не один десяток лет развивается научное направление по совершенствованию системы эксплуатации транспортно-технологических машин. В данной публикации рассмотрена одна из важнейших задач управления СЭТТМ – упорядочение целей или ранжирование целей и систем каждого уровня по их важности.

Система эксплуатации транспортно-технологических машин (СЭТТМ)

Управление является важнейшей функцией инженерно-технической службы (ИТС) парка транспортно-технологических машин. Хотя содержание, аппарат и методы, используемые при управлении, меняются в зависимости от его уровня (руководство бригадой, участком, цехом, предприятием, группой предприятий или отраслью), существование управления, его технология имеют ряд общих черт на всех уровнях.

В общем виде управление определяется как функция системы, ориентированная на сохранение ее основных качественных показателей в условиях изменения среды или выявление и реализацию некоторой программы, обеспечивающей устойчивость функционирования, достижение системой поставленной цели (целей).

Основной задачей СЭТТМ является управление эффективностью машин и парков машин.

Собственно управление начинается с получения и обработки информации о состоянии системы, на основе которой принимается решение, за которым следует действие, переводящее управляемую систему из одного состояния в другое, желаемое, состояние. Например, наличие информации о причинах отказов и продолжительности простоев машин позволяет выявить цехи или участки системы технической эксплуатации (СТЭ), улучшение работы которых окажет наибольшее влияние на повышение коэффициента технической готовности (K_T). Поэтому можно дать инженерное (или

прикладное) определению управлению как процессу преобразования информации в определенные целенаправленные действия, переводящие управляемую систему (цех, предприятие, отрасль или машину) из исходного в заданное состояние. Если при этом достигается улучшение состояния системы, то управление называется рациональным, а при достижении оптимального состояния – оптимальным.

Можно выделить два крайних метода управления – реактивное и программно-целевое. Планирование при *реактивном методе* осуществляется перед началом или в процессе действия, решения принимаются без анализа возможных альтернатив и часто меняются, являясь своего рода реакцией на текущие события. Реактивное управление не эффективно, не учитывает даже ближайшей перспективы, часто приводит к существенным просчетам.

В общем виде *сущность программно-целевого управления* заключается в четком определении конечной цели и объединении в форме программы всех видов деятельности для достижения этой цели. Программа – это законченный во времени и пространстве комплекс мероприятий, обеспечивающих достижение поставленной цели (или целей). Программа увязывает цели с ресурсами, т. е. определяет необходимое количество ресурсов на каждой стадии для их преобразования в конечный (целевой) продукт или результат. Таким образом, в программах представлена совокупность материальных средств, персонала и видов деятельности, сгруппированных по признаку общности целевого назначения.

Программно-целевой подход предполагает следующую логику планирования и управления: цели — прогноз — программы — ресурсы — план (решение) — реализация плана — новые или откорректированные цели и т.д. Поставленные перед системой цели могут достигаться разными способами. Поэтому важно выявить все факторы или, по крайней мере, главные, способствующие достижению поставленной цели, и установить среди них определенную очередность или долю реализации с учетом важности каждого фактора для достижения системой конечной цели [1].

Выявлению факторов способствует построение дерева целей (ДЦ) – т. е. упорядоченной иерархии целей, выражающих их соподчинение и внутренние взаимосвязи. В ДЦ система целей представляется в виде связанного ациклического графа. Единственная вершина, называемая корнем, соответствует генеральной цели (цель высшего ранга или уровня). Цель высшего уровня соединена с целями первого уровня дугами, характеризующими отношение между целями разных рангов.

Подобная модель ДЦ относится к классу неальтернативных, так как цели или понятия нижнего уровня необходимы для формирования цели верхнего уровня – соподчинение. При этом между факторами одного уровня, кроме верхнего и нижнего, существуют отношения дополнения, а между факторами разных уровней – подчинения.

Цели системы характеризуются целевыми нормативами (ЦН), которые количественно или качественно характеризуют состояние системы при полном удовлетворении потребностей или реализации поставленных задач.

Целевые показатели (ЦП) определяют возможное состояние системы, т. е. степень выполнения целевых нормативов при имеющихся временных, ресурсных или других ограничениях. Характерными примерами являются стоимость производственной базы при проектировании (целевой норматив) и фактическая стоимость производственной базы функционирующей СЭТТМ (целевой показатель), планируемое и фактическое значение K_T

и т. д. Отношение целевого показателя к целевому нормативу характеризует уровень реализации цели.

Таким образом, построение ДЦ уже само по себе систематизирует действия, так как в общем виде цели низшего уровня можно считать задачами, решение которых необходимо для достижения цели высшего уровня. Однако конкретные пути достижения конечной цели могут быть различными. Поэтому после построения ДЦ формируют *дерево систем* (ДС) или программ. Отличие ДЦ от ДС состоит в том, что в первом вершины дерева характеризуют цели или функции, а во втором – объекты и системы, которые реализуют эти функции (целереализующие системы). ДС может воспроизводить структуру ДЦ. Однако в общем случае их структуры могут и не совпадать.

Важность ДЦ и ДС состоит в том, что цель системы представляется структурно, а не в общем виде или декларативно; выявляются все факторы и подфакторы, влияющие на достижение поставленной цели (системы и подсистемы). Так как соподчинение целей известно, то исключается реализация целей низшего уровня в ущерб или за счет целей высшего уровня. Выделяются факторы (или подфакторы) одного уровня, влияя на которые в рамках ограниченных ресурсов, располагаемых системой, можно наиболее эффективно продвигаться к поставленной цели. Поэтому одной из важнейших задач управления является упорядочение целей или ранжирование целей и систем каждого уровня по их важности. При этом подцели взвешиваются по влиянию на цель, а подсистемы – по вкладу в достижение как частных, так и общих целей.

ФОРМИРОВАНИЕ ДЕРЕВА ЦЕЛЕЙ И ДЕРЕВА СИСТЕМ СЭТТМ

Итак, главной целью функционирования системы эксплуатации транспортно-технологических машин (СЭТТМ) является получение прибыли. Значит, прибыль будет вершиной дерева целей. Реализация итоговой прибыли от работы системы в виде функции времени определяется выражением:

$$P(t) = D(t) - Z(t) - Y(t) \geq P_{\min} \quad (1)$$

где: $D(t)$, $Z(t)$ – соответственно накопленные доходы и расходы от производственной деятельности за расчетный период; $Y(t)$ – величина ущерба, вызванная срывом нормального хода производственного процесса; P_{\min} – минимально допустимая норма прибыли; t – средний возраст эксплуатируемого оборудования.

Основной доход эксплуатационная база (ЭБ) получит за счет оказания услуг по предоставлению технологических машин и оборудования для дорожных работ различным организациям. Величина выручки определяется суммой произведения оплачиваемой наработки $T_i(t)$ каждой машины за расчетный период на цену машино-часа $C_{им-ч}$:

$$D(t) = \sum T_i(t) \cdot C_{им-ч}. \quad (2)$$

Затраты имеют весьма сложную структуру. В упрощенном виде состав затрат, приходящихся на i -тую машину, можно представить выражением:

$$Z(t) = \sum Z_i(t) = \sum \left\{ \left[A_i(t) + 3n_i + Z_{iЭБ} + Z_{iОм} + H_i + Z_{np} \right] + \left[Z_{iГСМ}(t) + Z_{iТОР}(t) \right] \right\} \quad (3)$$

где: $A_i(t)$ – амортизационные отчисления; Zn_i – зарплата водителей – машинистов; $Z_{iЭБ}$ – затраты на содержание ЭБ; Z_{iOm} – отчисления в вышестоящую организацию, учредителям и т.п.; H_i – налоги; Z_{np} – прочие отчисления (на страховки, банковские проценты по кредитам, лизинговые платежи, разрешения, техосмотры и пр.); $Z_{iГСМ}(t)$ – затраты на горюче-смазочные материалы и рабочие жидкости; $Z_{iТОР}(t)$ – затраты на технические обслуживания и ремонты.

Ущерб представляет собой сопутствующие потери, сопровождающие простои машин из-за отказов. Любые проявления ущерба обычно можно оценить экономически, причем величина ущерба пропорциональна времени простоя T_{inp} оборудования:

$$Y(t) = \sum Y_i(t) = \sum y_i \cdot T_{inp}(t), \quad (4)$$

где y_i – величина ущерба в единицу времени. В общем случае y_i может быть функцией T_{inp} .

Согласно формуле (1) формируются цели второго ранга, а формулам (2), (3), (4) - цели третьего ранга [2].

Для формирования дерева систем рассмотрим структуру СЭТТМ. Рассматриваемая система состоит из трех систем второго ранга (подсистем): управления, коммерческой эксплуатации (СКЭ) и технической эксплуатации (СТЭ).

Основной задачей системы управления является внешняя (директивные, контролирующие, планирующие органы, смежные системы) и внутренняя (СТЭ и СКЭ) координация работы, а также юридическое и финансовое и пр. обеспечение функционирования системы.

Основной задачей СКЭ является получение конечного результата (объема и номенклатуры механизированных работ) в заданное время с заданными экономическими (расходы, доходы, прибыль, трудоемкость, себестоимость и др.) и социальными (безопасность, экологичность) показателями, обеспечивающими удовлетворение потребителей услуг.

Основной задачей подсистемы технической эксплуатации является поддержание требуемого уровня работоспособности парка машин при оптимальных трудовых и материальных затратах [3,4].

Управление и оценка эффективности работы систем разного уровня производится с помощью управляющих показателей. Взаимодействие ДЦ и ДС, построенное на изложенных выше рассуждениях, показано на рис.1.

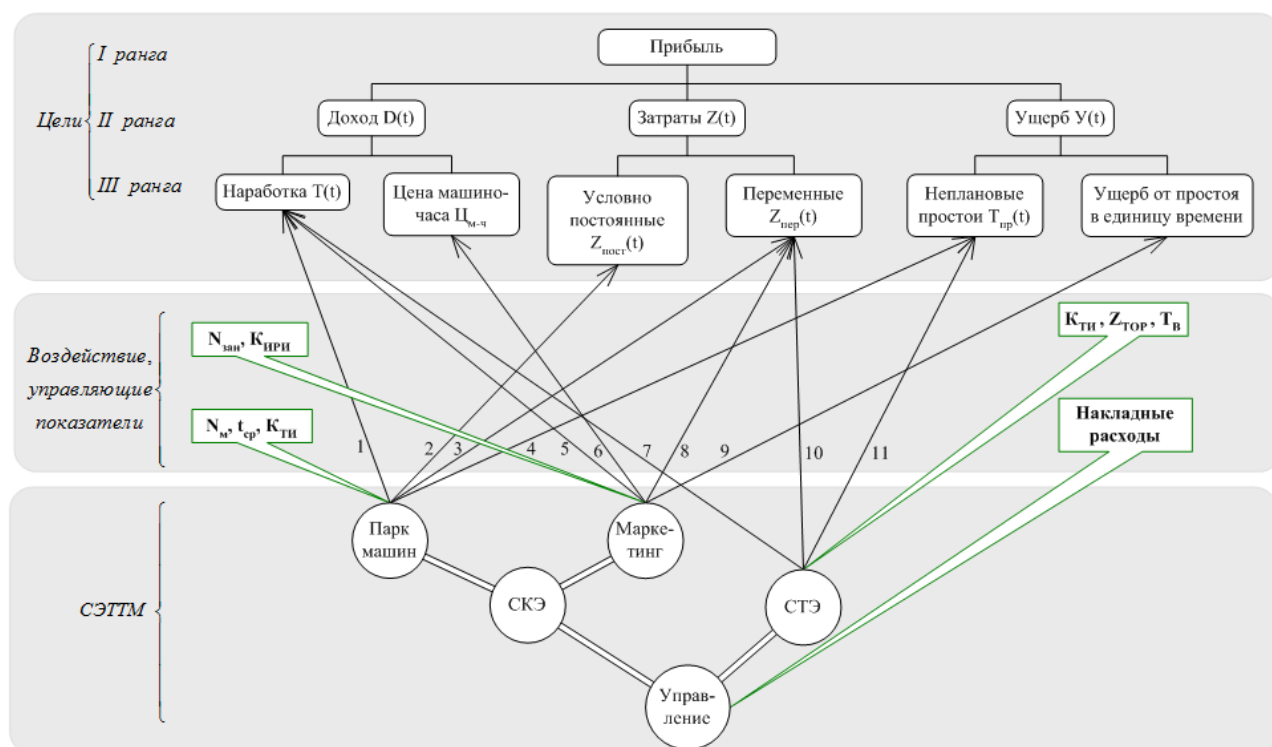


Рисунок 1. Взаимодействие целей и подсистем СЭТТМ: СКЭ – система коммерческой эксплуатация; СТЭ – система технической эксплуатация; N_m – количество машин в парке; $t_{ср}$ – средний возраст парка машин; $N_{зан}$ – количество занятых в работе машин; $K_{ТИ}$ – коэффициент технического использования парка машин; $K_{ИРИ}$ – коэффициент использования исправных машин; $Z_{ТОР}$ – затраты на техобслуживания и ремонты; T_B – среднее время восстановления работоспособности машины после отказа.

Выводы

- Эффективность транспортно-технологических машин неразрывно связана с техническим уровнем самих машин и уровнем системы обеспечения их работоспособности.
- Эффективность применения транспортно-технологических машин изменяется по мере их эксплуатации, т.к. затраты на эксплуатацию растут а выручка падает.
- Оптимизировать состав парка машин, чтобы соответствовать требованиям технологии производства работ, безопасности, экологии, эргономики.
- Обеспечивать равномерную загрузку службы сервиса машин.
- Подбор парка ТТМ для обеспечения максимальной рентабельности предприятия.
- Обеспечивать выполнение производственной программы в заданном ритме и с требуемым качеством для увеличения прибыли предприятия.

Литература

1. Репин, С.В. Методология совершенствования эксплуатации транспортно-технологических машин. Монография. - СПб.: СПбГАСУ. - 2005. - 172 с.

2. Кузнецов Е. С. Управление технической эксплуатацией автомобилей. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1990. - 272 с.
3. Репин С.В., Евтюков С.А. Методы управления рентабельностью предприятия // Строительные и дорожные машины. – 2005. № 12. – С. 33-37.
4. Sergey Repin, Sergey Evtjukov. Renewal Methods of Construction Machinery According to Technical and Economic Indicators (Методика формирования парка транспортно-технологических машин по технико-экономическим показателям). - Applied Mechanics and Materials. (10.4028/www.scientific.net/AMM.725-726.990) Vols. 725-726 (2015) 990-995.
5. Евтюгов С. А., Бобобеков О. К. Методы определения жизненных циклов и влияния капитального ремонта на долговечность дорожно-строительных и коммунальных машин. Вестник гражданских инженеров СПбГАСУ. 2016. № 3(56). Стр. 198-202.

С.А. Евтюков, С.В. Репин, О.К. Бобобеков, Д.А. Лутов

УСУЛҶОИ ИДОРАКУНИИ БАҶНОМАВӢ-МАҚСАДНОКИ ИСТИФОДАРИИ МОШИНҶОИ НАҚЛИЁТӢ-ТЕХНОЛОҶӢ

Мақсад баланд бардоштани самаранокии парки мошинҳои нақлиётию-технологӣ, муайян намудани вазифаҳои асосӣ ва самтҳои ҳисоби миёна, ки метавонанд ҳамчун маҳдудиятҳои ба намунаи муносиб кардани парк амал мекунад. Мақсади асоси фаъолият ин низоми ба таъсири сохтори парк, аз ҷумла, барои фоида ба даст овардан.

Калимаҳои калидӣ: мошинҳои нақлиётӣ-технологӣ, истифодабарӣ, идора, масъалаҳо, омилҳо.

S.A. Evtykov, S.V. Repin, O.K. Bobobekov, D.A. Lutov.

PRINCIPLES OF PROGRAM GOALS MANAGEMENT OF SYSTEM OF OPERATION OF TRANSPORT TECHNOLOGICAL MACHINES

The problem of increasing the efficiency of Park transportation and technological machines, identify the main objectives and accounting minor, which can act as constraints in the optimization model fleet. The influence of Park structure on the main purpose of the functioning of the system, namely profit.

Сведения об авторах

Евтюков Сергей Аркадьевич, д-р техн. наук, проф., Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет Email: s.a.evt@mail.ru

Репин Сергей Васильевич, д-р техн. наук, проф., Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет Email: repinserge@mail.ru

Бобобеков Орифджон Кобирович, аспирант, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. Email: orifjon-1986@mail.ru

Лутов Денис Александрович, аспирант, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет Email: deniss777@list.ru

А.А. Саибов, М.А. Абдуллоев, А.М. Умирзоков, Б.Ж. Мажитов, Ф.А. Турсунов

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПАРАМЕТРОВ ОРЕБРЕНИЯ ГОЛОВОК ЦИЛИНДРОВ ДИЗЕЛЕЙ С ВОЗДУШНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ

В статье приведены результаты экспериментального обоснования теоретических предпосылок по параметрам оребрения головок цилиндров дизелей с воздушным охлаждением на примере дизеля 4Ч 10.5/12.

Ключевые слова: воздушное охлаждение, граничное условие, коэффициент теплоотдачи, коэффициент сопротивления, конвективный теплообмен, пограничный слой, пульсация, турбулентный поток, теплообмен, теплоноситель, теплопроводность, толщина стенки.

По вопросам теплообмена и сопротивления трения при переменных свойствах жидкости накоплен значительный опытный материал. Однако часть этого материала обладает сравнительно низкой точностью, что затрудняет его использование. Для ряда важных случаев систематические опытные данные отсутствуют либо крайне ограничены и противоречивы. Поэтому дальнейшие экспериментальные исследования в области динамики движения и теплообмена при переменных свойствах теплоносителей, отвечающие высоким требованиям к точности опытных данных, не только желательны, но и необходимы.

Экспериментальные исследования выполнялись на модели межреберного канала, выполненной в масштабе 1:1 из алюминиевого сплава АЛ-10В (рис. 1). В отличие от реального ребра модельное не имеет литевых уклонов, так как получалось фрезерованием, а не литьем в кокиль. При этом шероховатость поверхностей идентифицировалась с точностью до $R_a = 0,7$ мкм.

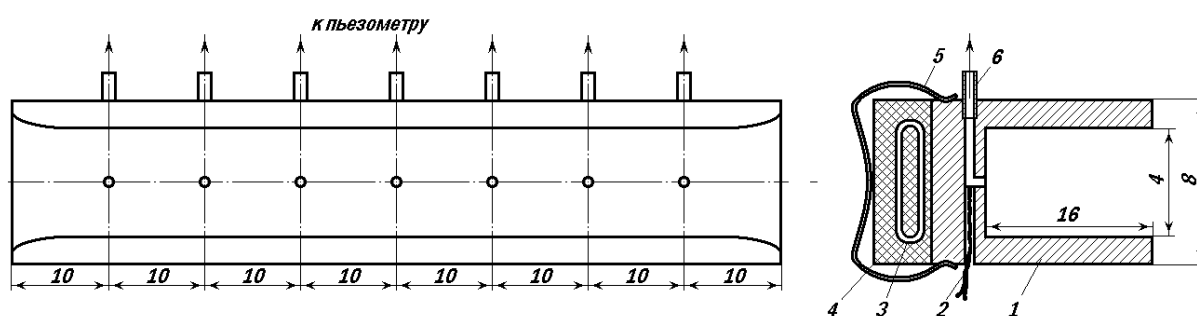


Рис. 1. Физическая модель элементарного межреберного канала: 1 - полусекция теплообменника (сплав АЛ-10); 2 - термопара ХК; 3 - нагреватель (нихром); 4 - теплоизолятор; 5 – пружина; 6 - трубка статического напора

Призматический канал образовывается совмещением двух полусекций 1. В стенках каналов, на высоте $h = 4$ мм сверлятся отверстия диаметром 1,2 мм (рис. 1.б.), в которые

вставляются и заделываются горячие спаи термомпар ХК. Вертикальный дренаж 6 служит для измерения статического давления воздуха в соответствующей точке $\frac{x}{h}$ канала.

Трубки для измерения статического давления воздуха расположены вдоль оси канала на расстоянии 10 мм от лобовой кромки.

Продувка воздуха через модели каналов осуществлялась вентилятором бытового пылесоса "Буран". Ламинарный режим течения воздуха до его входа в исследуемый канал обеспечивался применением спрямляющей цилиндрической трубы диаметром 25,4 мм, длиной 800 мм. Переход от круглого к прямоугольному сечению, осуществлялся через сопло Витошинского.

Турбулентный режим потока перед входом в канал создавался постановкой, взамен сопла, решеток ЦАГИ. Варьирование скоростью потока воздуха в модельном канале достигалось посредством отвода в сторону его избытка, так что $u_{cp} = 20...40$ м/с. Полный напор, измеряемый микроанометром ММН-250, вычисляется по формуле

$$p_n = hg(\rho_{жс} - \rho), \text{ Па} \quad (1)$$

где h - высота столба жидкости в измерительной трубке, м;

g - ускорение свободного падения, м/с²;

$\rho_{жс}$ - плотность рабочей жидкости, кг/м³,

ρ - плотность среды над рабочей жидкостью, кг/м³.

Дополнительные погрешности измерений, обусловленные влиянием ускорения свободного падения и температуры, учитывались путем приведения измеренного значения высоты столба жидкости к нормальным условиям по формуле

$$h_{0_n} = h + c_t + c_g, \text{ Па} \quad (2)$$

Здесь температурная поправка c_t определяется из уравнения

$$c_t = h[\alpha(t - t_{20}) - \beta(t - t_{20})], \text{ Па} \quad (3)$$

где α - коэффициент линейного расширения материала шкалы (для стекла $\alpha = 0,000008 \text{ K}^{-1}$);

β - средний коэффициент расширения рабочей жидкости в области температур близких к 20 °С (для воды $\beta = 0,0002 \text{ K}^{-1}$ для этилового спирта $\beta = 0,0011 \text{ K}^{-1}$). Местное ускорение свободного падения определяется по формуле

$$g(z, \varphi) = g_{45,0} (1 - \alpha_1 \cdot \cos 2\varphi) \cdot (1 - \alpha_2 z), \quad (4)$$

где $g_{45,0} = 9,80665$ м/с² - ускорение силы тяжести на широте 45° и на уровне моря;

φ - широта;

z - высота точки над уровнем моря;

$a_1 = 0,0026$ и $a_2 = 3,14 \cdot 10^{-7} \text{ м}^{-1}$ - константы.

Величина некоторых наиболее часто используемых величин ускорений свободного падения приведены ниже (м/с²): Москва - 9,8155; Санкт-Петербург - 9,8194; Ереван - 9,7990; Душанбе - 9,7989;

Поправка к ускорению свободного падения вычисляется по формуле

$$c_g = h \left(\frac{g}{g_{45,0}} - 1 \right), \text{ Па}$$

Скорость воздуха в заданном сечении канала определяется по формуле

$$u_{cp} = \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta p \xi} = 4,3827 \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho}}, \text{ м/с} \quad (5)$$

где $\Delta p = p_n - p_{cm}$ - напор, равный разности полного и статического давлений, Па;

ξ - поправочный коэффициент, учитывающий конструктивные особенности и неточность изготовления трубки, $\xi = 0,99$;

$4,3827 = 0,99 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,7989}$ - произведение поправочного коэффициента перевода давления с Па на кгс/м². Интенсивность турбулентности потока воздуха определяется из уравнения

$$\varepsilon = \sqrt{(u')^2} = \sqrt{(u - u_{cp})^2}. \quad (6)$$

Локальный теплообмен по всей длине канала моделировался методом академика Б. С. Петухова [1], который обладает достаточной точностью измерения местных тепловых потоков, а также удовлетворительной воспроизводимостью результатов и высокой степенью идентификации процессов теплопереноса.

Плотность теплового потока от стенки канала в воздух определяется через градиент температуры

$$q_x = \lambda_w \left(\frac{\partial T}{\partial x} \right), \quad (7)$$

откуда коэффициент теплоотдачи

$$\alpha = \frac{q_x}{\Delta T} = \frac{\lambda_w}{T - T_w} \left(\frac{\partial T}{\partial x} \right). \quad (8)$$

Решение этих уравнений становится возможным лишь при наличии данных о температурном поле в стенке канала и коэффициента теплопроводности сплава АЛ-10В.

Суть решения заключается в интегрировании дифференциального уравнения в частных производных при следующих граничных условиях:

$$\left. \begin{aligned} T(x, x) &= T_1 = T_1(x); \\ T(x_H, x) &= T_1 = T_1(x); \\ \left(\frac{\partial T}{\partial x}\right)_{x=0} &= 0; \quad \left(\frac{\partial T}{\partial x}\right)_{x=l} = 0. \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Здесь a - ширина канала;

a_H - наружный размер основания канала в заданном сечении;

l - длина канала;

T и T_w - осредненная температура воздуха и стенки канала;

T_1 и T_2 - температура стенки канала у поверхностей отвода и подвода тепла;

λ_w - коэффициент теплопроводности материала стенки.

Обычно тепловым потоком, направленным вдоль оси канала, пренебрегают, тогда

$$q_x = \frac{2h\lambda_w}{\ln \frac{a_H}{a}} (T_2 - T_1). \quad (10)$$

Если плотность теплового потока отнести к внутренней поверхности канала и учесть координаты заделки термопар получим

$$q_x = \frac{\lambda_w}{h \ln \frac{a}{b}} (T_a - T_b) = A (T_a - T_b), \quad (11)$$

где a и b - координаты заделки термопар вблизи от источника теплоты и к теплоносителю в заданном сечении канала, соответственно;

T_a и T_b - температура стенки канала в соответствующих координатах;

$A = \frac{\lambda_w}{h \ln(a/b)}$ - тепловая проводимость стенки канала.

Тепловую проводимость стенки канала можно вычислить, если известны значения λ_w , h , a и b , или ее определяют тарировкой, в процессе которой измеряются величины q , T_a , и T_b .

Местный коэффициент теплоотдачи в заданном сечении канала можно отнести к начальному температурному напору

$$\alpha_x = \frac{q_x}{T_0 - T_w}, \quad (12)$$

или к местному температурному напору

$$\alpha_x = \frac{q_x}{\bar{T}_x - T_c}, \quad (13)$$

где среднemasсовая температура воздуха \bar{T}_x определяется из уравнения

$$\bar{T}_x = T_0 + \frac{2\alpha h}{Q_m c_p} \sum_{i=1}^n \frac{q_{x_{i-1}} + q_{x_i}}{2} \cdot \Delta x_i. \quad (14)$$

Здесь Δx_i - протяженность i -го участка канала, q_{x_i} - плотность теплового потока в i -ом сечении канала, c_p - изобарная теплоемкость воздуха, Q_m - массовый расход воздуха, T_0 - температура охлаждающего воздуха на входе в канал.

Температура стенки канала определяется по показаниям термопар заделанных на расстоянии 2 мм от внутренней стенки канала с учетом поправки

$$T_c = T_b + \frac{\ln \frac{b}{a}}{\ln \frac{a}{x}} (T_a - T_b). \quad (15)$$

Погрешность измерения температуры не превышает 1 °С, а $q_x \leq 1,4 \%$.

Скорость воздуха на входе в канал определяется из уравнения

$$u_0 = \frac{Q_m}{\rho_0 S}, \quad (16)$$

а его массовый Q_m (или объемный Q_o) расход, измеренный по динамическому напору трубкой Прандтля, установленной в трубе перед соплом Витошинского на расстоянии 75 мм.

$$Q_m = 1,239 \cdot 10^{-2} d^2 \sqrt{\rho \Delta p}, \text{ кг/ч} \quad (17)$$

$$Q_o = 1,239 \cdot 10^{-2} d^2 \sqrt{\frac{\Delta p_d}{\rho}}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (18)$$

где S - площадь поперечного сечения трубы, мм;

$1,239 \cdot 10^{-2} = 3600 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 0,99 \cdot 2 \cdot 9,7989$ - коэффициент перевода времени с секунд в часы, давления с Па в кгс/м², учитывающий неточность изготовления трубки Прандтля.

Для приведения расхода воздуха к нормальным условиям, согласно ГОСТ 18509-80 использовалась формула

$$Q_n = Q_o \frac{(p - \varphi p_n) T_{cm}}{\beta T \rho_{cm}}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (19)$$

где φ - относительная влажность воздуха;

p_n - давление насыщения водяного пара, Па;

p_{cm} - давление по ГОСТ 18509-80, 100 кПа;

T_{cm} - температура воздуха по ГОСТ 18509-80, 298,15 К;

β - коэффициент сжимаемости воздуха.

Коэффициент сжимаемости воздуха определяется из отношения

$$\beta = \frac{\rho_m}{\rho}, \quad (20)$$

где ρ_T - теоретическая плотность воздуха, которая определяется согласно ГОСТ 2939-63 при давлении 101325 Па и температуре 273,15 К ($\rho_T = 1,2923 \text{ кг/м}^3$).

Процесс теплоотдачи от внешних стенок канала в охлаждающую среду моделировался при граничном условии $q_c = const$. Местная теплоотдача определялась методом прямого калориметрирования, суть которого заключается в пропускании и контроле электрического тока через термоэлектрические нагреватели модельного канала головки цилиндров.

Местная плотность теплового потока представляет собой аналогию плотности тепловой мощности электрического тока в проводнике, которая по закону Джоуля-Ленца равна произведению плотности тока на удельное сопротивление проводника

$$q'_x = I \cdot U = \rho_{np} j^2 = \frac{\rho_{np} I^2}{L_{np} F_n}, \text{ Вт/м}^2 \quad (21)$$

где ρ_{np} - удельное электрическое сопротивление проводника, ом·м;

j - линейная плотность тока, А/м;

I - сила тока, А;

U - разность потенциалов, В;

F_n - площадь активной (теплоотдающей) поверхности нагревателя, м²;

L_{np} - длина нагревательного провода, м.

Плотность теплового потока, передаваемая в воздух, определяется как разность между плотностью теплового потока выделяемой нагревателем и плотностью тепловых потерь в окружающую среду

$$q_x = q'_x - q_{ном}, \text{ Вт/м}^2. \quad (22)$$

Тепловые потери в исследуемом диапазоне температур учитывались в процессе тарировки, в которой контролировалась температура воздуха вне модельного канала, заключенного в изолированный объем.

Местный коэффициент теплоотдачи в каждом измерительном сечении рассчитывался по формулам (12) и (13), а среднemasовая температура соответственно

$$\bar{T}_x = \bar{T}_0 + \frac{q_x x}{Q_m c_p}. \quad (23)$$

Исследованиями установлено, что теплоотдача в призматическом канале в основном определяется динамикой потока воздуха (рис. 2). Так, при $Re_h = 8210$ местное нуссельтово число монотонно снижается от 42,1 до 24,2. Причем на входном участке канала Nu_h на 74% выше, чем в его конце. При $Re_h = 12100$ характер изменения Nu_h по длине канала сохраняется, с той лишь разницей, что увеличение рейнولدсова числа на 47,4% вызывает, возрастание теплоотдачи на 36,3 %. Практически теплоотдача в воздух стабилизируется на участке $\frac{x}{h} \geq 15$, так что это свидетельствует в пользу теоретического анализа и выводов о необходимости укорочения призматических каналов.

Следует отметить, что сопоставление экспериментальных данных с формулой, выведенной для определения теплоотдачи на пластине [2]

$$Nu \approx 0,664 \cdot \sqrt[3]{Pr} \sqrt{Re}, \quad (24)$$

показывает на существенное различие процессов теплообмена. В каналах они протекают менее интенсивно, хотя в целом характер изменения теплоотдачи по длине ребра можно признать сходственным.

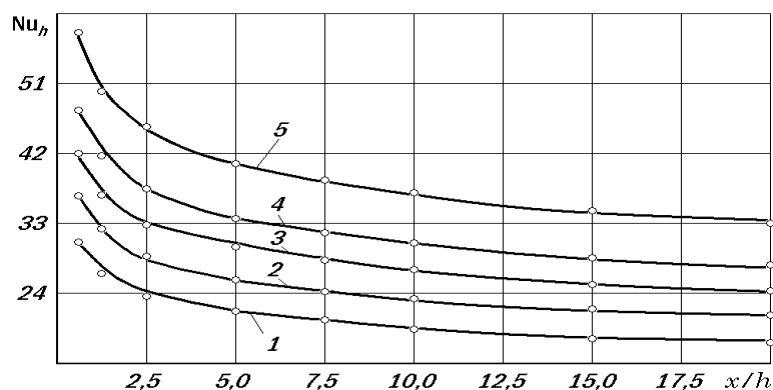


Рис. 2. Изменение теплоотдачи по длине призматического канала в зависимости от Re_h : 1 - 5480; 2 - 6850; 3 - 8210; 4 - 9590; 5 – 12100

Анализ результатов эксперимента в натуральном представлении коэффициента теплоотдачи (рис. 3) позволяет более контрастно выделить участок стабилизации теплообмена, особенно при низких значениях числа Рейнольдса. С повышением $Re_h > 8000$ в зоне стабилизации коэффициента теплоотдачи появляется тенденция к его некоторому повышению с последующим спадом. Характер этого участка напоминает волны Томлина-Шлихтинга, экстремум которых с возрастанием рейнولدсова числа смещается к начальному участку канала. Если признать достоверность свойств этих волн, то можно предположить, что турбулентность потока на участке канала $\frac{x}{h} = 5...15$ вызовет

более существенную волну α . Тем самым позволит интенсифицировать теплообмен без существенного увеличения скорости потока.

Для подтверждения этой посылки была выполнена серия экспериментов с турбулентности потока на входе посредством решеток ЦАГИ. Установлено, что предварительно турбулизированный поток воздуха по мере удаления от входа призматического канала постепенно успокаивается и в зависимости от скорости характер снижения степени турбулентности ядра может быть различным. Так, при установке вблизи от входа в канал турбулизатора ЦАГИ №1, в диапазоне рейнولدсовых чисел 9590...12100, степень турбулентности варьировала в пределах 30... 42 %.

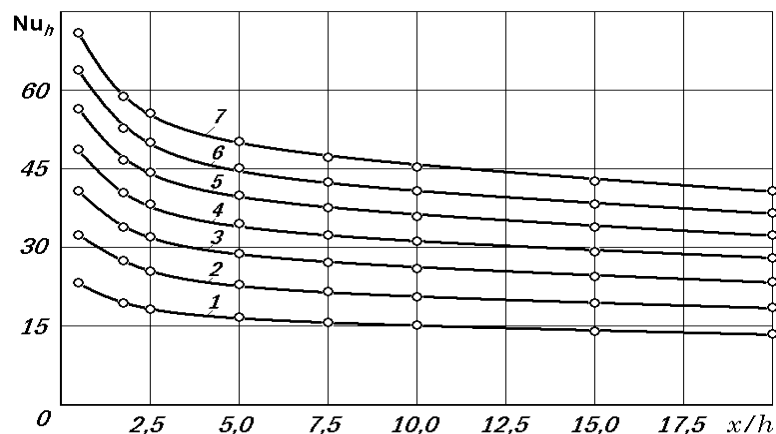


Рис. 3. Изменение числа Нуссельта по длине призматического канала в зависимости от Re_h при $T = 300K$: 1 - 5480; 2 - 6850; 3 - 8210; 4 - 9590; 5 – 10990; 6 – 12410; 7 - 13850

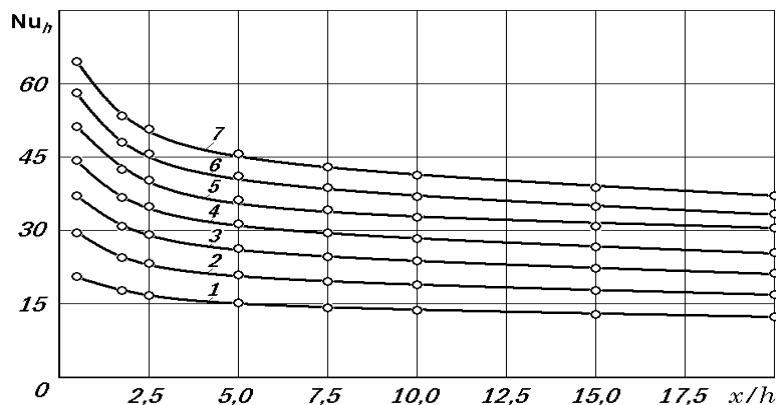


Рис. 4. Изменение числа Нуссельта по длине призматического канала в зависимости от Re_h при $T = 313K$: 1 - 5480; 2 - 6850; 3 - 8210; 4 - 9590; 5 - 10990; 6 - 12410; 7 - 13850

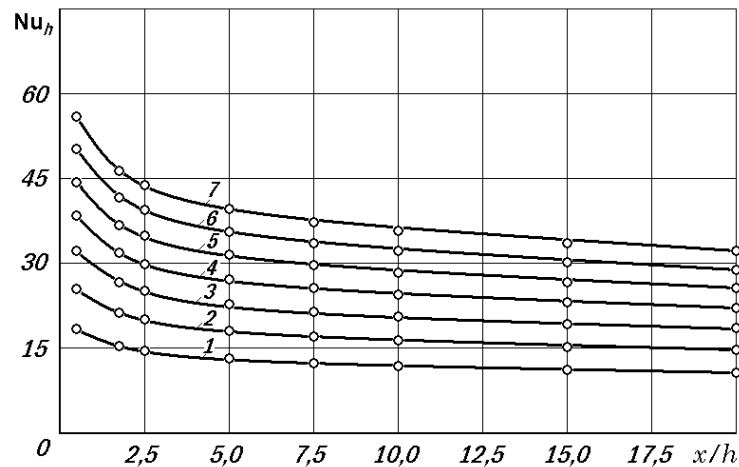


Рис. 5. Изменение числа Нуссельта по длине призматического канала в зависимости от Re_h при $T = 300K$: 1 - 5480; 2 - 6850; 3 - 8210; 4 - 9590; 5 - 10990; 6 - 12410; 7 - 13850.

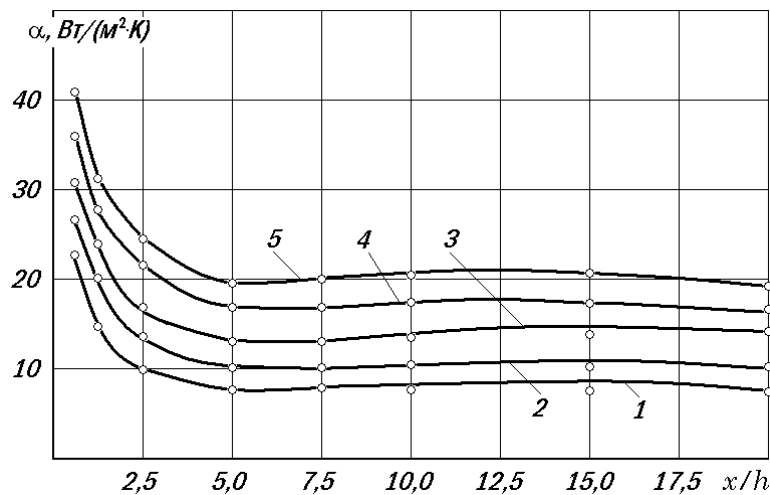


Рис. 6. Изменение теплоотдачи по длине призматического канала в зависимости от Re_h : 1 - 5480; 2 - 6850; 3 - 8210; 4 - 9590; 5 - 12100

По мере увеличения $\frac{x}{h}$ степень турбулентности ядра потока снижается и при $\frac{x}{h} = 10...15$ наблюдается стабилизация значений $\varepsilon_0 \approx 5\%$, т. е. турбулентность за пределами этого участка практически не влияет на теплоотдачу(рис.6).

Следует отметить, что предварительная турбулентность потока весьма характерно влияет на теплоотдачу(рис.7). Турбулентность, в зависимости от скорости потока, обеспечивает повышение теплоотдачи на 35...50 %. Особенно чувствителен эффект в начальном участке ($\frac{x}{h} \leq 10$).

Гипотеза о возможности формирования волн Томлина-Шлихтинга также подтверждается. Таким образом, теоретические и экспериментальные исследования

однозначно свидетельствуют о наличии существенного резерва в интенсификации теплоотдачи от головок цилиндров в охлаждающую среду.

Практическая реализация предлагаемого метода интенсификации теплообмена не представляет технологических трудностей. Он заключается в укорочении продольных размеров ребер до 35...45 мм. Лобовая часть ребер должна иметь обтекаемый профиль, в то время как кормовая - резко обрывается. Этим обеспечивается снижение гидравлического сопротивления на начальных участках каналов, а также одновременное формирование профилей скорости и температуры.

Возникающий уже на входе турбулентный пограничный слой усиливает теплоотдачу более чем в 2 раза. За пределами пограничного слоя, вблизи от оси канала образуется турбулентное ядро потока, зависящее от действия сил вязкости и теплообмена.

По мере смещения потока воздуха вдоль оси канала, его профиль постепенно вытягивается, преобразуясь из равномерного в логарифмический. Это свидетельствует о снижении турбулентности и стабилизации ее степени. На наш взгляд, это объясняется опережением пограничного слоя ядром потока, которое в свою очередь ухудшает теплообмен.

Если предупредить развитие этих процессов в канале поперечными разрезами ребер, то на этих участках происходит искусственное расширение канала. Ядро потока здесь резко теряет скорость и получает возмущения в поперечном, к движению, направлении. Это вызывает появление новых источников турбулентности, что смещает участок стабилизации теплоотдачи к выходу из каналов головки.

Следует, однако, заметить, что окончательное заключение об эффективности такого технического решения может быть обосновано лишь после натурных испытаний головок цилиндров в составе двигателя.

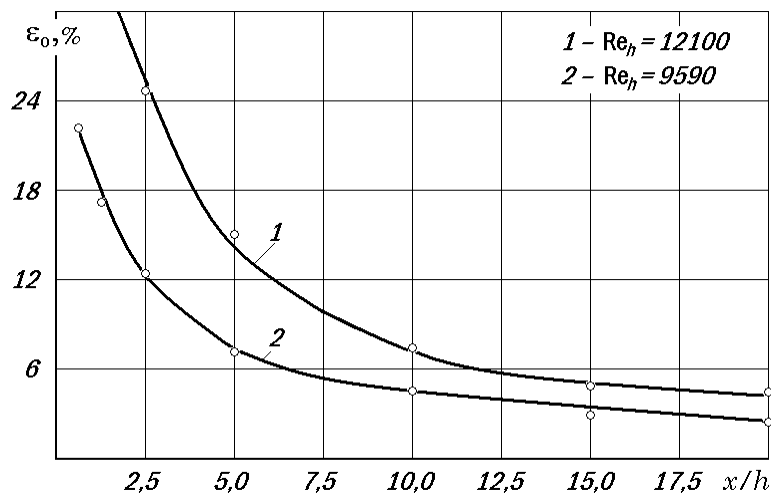


Рис. 7. Изменение степени турбулентности потока по длине призматического канала в зависимости от его скорости (турбулизатор ЦАГИ №1)

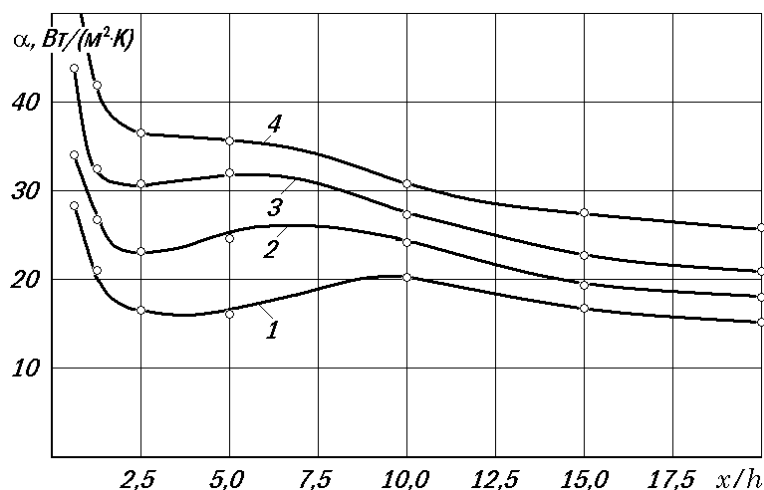


Рис. 8. Изменение теплоотдачи в воздух в зависимости от его скорости и степени турбулентности (турбулизатор ЦАГИ №1); Re_D : 1 - 6850; 2 - 8210; 3 - 9590; 4 - 12100)

Выводы

1. Метод заключается в замене сложного реального процесса динамических и тепловых флуктуации в объеме теплоносителя упрощенной схемой с заданным *действительным* коэффициентом теплоотдачи на теплообменной поверхности, который периодически изменяется вдоль поверхности и во времени. Таким образом, частная (конкретная) сопряженная задача заменяется общей краевой задачей для уравнения теплопроводности в стенке. Заданной величиной является *действительный* коэффициент теплоотдачи, отражающий специфику динамических и тепловых пульсаций в объеме теплоносителя. Искомой величиной служит экспериментальный коэффициент теплоотдачи, определяемый из решения уравнения теплопроводности для стенки (и равный отношению осредненной плотности теплового потока на поверхности теплообмена к осредненному перепаду температур на границе раздела *стенка – охлаждающая среда*). Основопологающим моментом предлагаемого метода является доказанное в общем виде важное неравенство: *реализованный* коэффициент теплоотдачи всегда меньше *действительного* осредненного или в пределе равен ему.

2. Аналитически исследованы и обобщены основные характерные законы пространственно-временного изменения *действительного* коэффициента теплоотдачи при ступенчатом протекании процессов теплообмена с периодической интенсивностью. Результатом анализа является определение величины ϵ (отношения *действительного* коэффициента теплоотдачи к *реализованному осредненному*), для которой получены аналитические решения. Величина ϵ может вводиться в расчеты процессов теплообмена с периодической интенсивностью в виде поправочного множителя к коэффициенту теплоотдачи, определяемому в теории конвективного теплообмена без учета теплового сопряжения со стенкой. Этот поправочный множитель позволяет учесть влияние теплофизических свойств стенки, ее толщины и способа подвода (отвода) теплоты на осредненный коэффициент теплоотдачи.

3. Теоретически установлены и экспериментально подтверждены закономерности теплообмена в межреберных каналах головок цилиндров, согласно которым оптимальная длина канала определяется участком с максимальной теплоотдачей. Установлено, что на

участке $l/h = 10 \dots 15$ коэффициент теплоотдачи, равно как и число Нуссельта более чем в два раз выше, чем на участке стабилизированного движения. Эффект объясняется наличием турбулентности на протяженности волны Томлина-Шлихтинга.

Литература

1. Петухов Б. С., Полякова А. Ф., Шехтер Ю. Л., Цыпулев Ю. В. Статистические характеристики пульсаций температуры и турбулентного переноса тепла во вязком подслое. В кн.: Пристенное турбулентное течение. Ч. 2. - Новосибирск, Изд-во Ин-та теплофизики СО АН СССР, 1975, с. 162-177.
2. Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа. - М.: Наука, 1978. - 736с.

А.А. Саибов, М.А. Абдуллоев, А.М. Умирзоков, Б.Ж. Мажитов, Ф.А. Турсунов

АСОСНОККУНИИ ТАЧРИБАВИИ ТАДҚИҚОТҲОИ НАЗАРИЯВИИ НИШОНДИҲАНДАҲОИ (ПАРАМЕТРҲОИ) ҚАБУРҒАҲОИ САРАКИ СИЛИНДРИ ДИЗЕЛҲОИ БО ҲАВО САРДШАВАНДА

Дар мақолаи мазкур натиҷаҳои асосноккунии таҷрибавии заминаҳои назариявӣ оид ба нишондодҳои қабурғаҳои сараки силиндри дизелҳои бо ҳаво сардшаванда дар мисоли дизели 4Ч 10.5/12 оварда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: хунуккунии ҳавой, шартҳои ҳудудӣ, зариби гармидиҳӣ, зариби муковимат, гармиивазкунии конвективӣ, қабатҳои ҳудудӣ, пульсация, селай турбулентӣ, гармиивазкунии, гармибаранда, гармигузаронӣ, ғафсии девора

A.A. Soibov, M.A. Abdulloev, A.M. Umirzokov, B.J. Majitov, F.A. Tursunov

EXPERIMENTAL SUBSTANTIATION OF THEORETICAL RESEARCH OF PARAMETERS OF FINNED CYLINDER HEAD DIESEL ENGINES WITH AIR COOLING

The article presents the results of an experimental study of theoretical prerequisites specify fin cylinder heads of diesel engines with air cooling diesel engine as an example 4Ч 10.5 / 12.

Keywords: cooling air, the boundary condition, the heat transfer coefficient, drag coefficient, convective heat transfer boundary layer, pulsating, turbulent flow, heat transfer, heat transfer fluid, the thermal conductivity of the wall thickness.

.Сведения об авторах

Саибов Абдуназар Алиевич – 1952г.р., окончил (1974г.) Таджикский аграрный университет по специальности «Механизация сельского хозяйства», к.т.н., доцент кафедры «Физика твердых тел» ТНУ, автор более 75 научных работ.

E-mail: nazar-009@mail.ru.

Абдуллоев Мамадамон Абдурахмонбекович-1967 г.р. окончил (1995г.) Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство», проректор по науке и международным связям ТТУ имени академика М.С. Осими, к.т.н. доцент кафедры зав. кафедрой «Эксплуатация

автомобильного транспорта» ТТУ имени академика М.С. Осими, автор более 40 научных статей. **E-mail:** mahmadamon@mail.ru.

Умирзоков Ахмад Маллабоевич – 1959 г.р., окончил (1983г.) Таджикский аграрный университет по специальности «Механизация сельского хозяйства», к.т.н., доцент кафедры «Физика твердых тел» ТНУ, автор более 55 научных статей.

E-mail:ahmad.umirzokov@mail.ru.

Мажитов Бахриддин Жамилович – 1978г.р., окончил (2001г.) Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство», к.т.н. зав. кафедрой «Техническая эксплуатация воздушного транспорта» ТТУ имени академика М.С. Осими, автор более 35 научных статей. **E-mail:** mjbahriddin@mail.ru.

Турсунов Фаридун Абдукаххорович – 1988г.р., окончил (2011г.) Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство», инженер ООО Газпромнефть Республики Таджикистан, автор 5 научных статей. **E-mail:** faridun13@inbox.ru.

Юнусов М.Ю., Бердиев А.Л., Хусейнов Х.Б., Бодурбеков Ф.С., Джобиров Ф.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА ИЗНОС ШИН КАРЬЕРНЫХ САМОСВАЛОВ

В статье приведены результаты исследования влияния дорожно-эксплуатационных, климатических и организационных факторов на износ шин карьерных самосвалов в условиях строительства Рогунской ГЭС.

Ключевые слова: факторы, износ шин, карьерные самосвалы

Пробег автомобильных шин в эксплуатации зависит от: дорожно- климатических условий, скорости, нагрузки и технического состояния автомобиля, квалификации водителя и ряда других факторов. Дополнительные факторы, влияющие на долговечность шин, появляются при эксплуатации автомобилей в гористой местности и карьерных условиях.

Рогунская ГЭС расположена у низовья горной местности переменного рельефа. В строительство данного объекта вовлечено огромное количество карьерных самосвалов китайского производства. В указанных условиях существенное влияние на пробег шин автомобилей оказывает профиль дороги и качество дорожного покрытия. Как известно, при увеличении на маршруте движения автомобиля удельного веса дорог горного профиля до 25%, интенсивность изнашивания протектора шин грузовых шин увеличивается на 20% [1, 2]. Пробег шин также зависит от эксплуатации шин на дорогах с разным типом покрытия.

Увеличение износа шин карьерных самосвалов в горных условиях объясняется увеличением проскальзывания элементов протектора относительно дорожного полотна вследствие действия значительных боковых и продольных касательных сил. В отличие от дорог равнинного профиля с асфальто - бетонным покрытием, где преобладающее

значение имеет усталостный механизм износа, на дорогах горного профиля имеет место сугубо механический абразивный износ.

Карьерные дороги, характерные для данного стратегически важного для республики строительства, в продольном и поперечном сечении имеют сложное строение. Более того, материал породы горных масс, на которых расположены данные дороги, отличаются относительно твердостью, вследствие чего, на дорогах, помимо значительных неровностей, просматриваются выступы камней с острыми кромками. Очевидно, огромное количество бракованных шин с характерным боковым срезом, выведены из эксплуатации именно по названной причине (рис. 1).



Рис.1 Боковой срез на автошине модели Karsen 12.00 R 20

Боковой. Дополнительные проблемы связаны с автотранспортными тоннелями. На территории Рогунской ГЭС общая протяженность транспортных и строительных тоннелей, имеющих важное технологическое значение, составляет более 70 км. Внутритоннельные дороги данного объекта характеризуются сложностью рельефа, стесненными условиями, значительными продольными и поперечными уклонами.

Исследования, проведенные специалистами ООО «НИИ Транспорта» показали, что более 18% автошин автомобилей, эксплуатирующихся в условиях строительства Рогунской ГЭС, в особенности китайского производства и модели Омкшина, исключены из эксплуатации по причине расслоения покрышки, что свидетельствует о заводском браке. Очевидно, что заводские дефекты могут существенно снизить ресурс партии шин.

Механические повреждения, доля которых при эксплуатации шин весьма велика и достигает по литературным данным до 40% [3], исключить нельзя.

Установлено, что около 38% от общего количества бракованных шин пришли в негодность по причине механического повреждения беговой дорожки из-за разрушения последней в результате однократного воздействия больших камней, острых предметов, порезов, проколов и т.д., вызванных острыми предметами (канями, гвоздями). В процессе проведения исследований также зафиксировано разрушение беговой дорожки шин камнями, застрявшими в канавках протектора и под действием контактных давлений, проникающих в подканавочный слой и кордные слои шины.

Эксплуатация шин в специфичных условиях карьера приводит к истиранию протекторных резин, которое характеризуется суммарной интенсивностью, зависящей от соотношения отдельных видов износа.

Несоблюдение режима эксплуатации шины может быть причиной неравномерного изнашивания. При обследовании шин автомобилей, задействованных в строительстве Рогунской ГЭС, было выявлено большое количество видов неравномерного изнашивания. Вследствие пониженного давления и перегрузки имел место износ краев автошин. Из-за неправильной установки углов схода и развала колес для некоторых шин был характерным односторонний повышенный износ (рис. 2).



Рис. 2. Односторонний износ беговой дорожки шины

Известно, что причиной преждевременного износа шин в эксплуатации является их перегрузка и изменение давления воздуха в шине. При перегрузке шина сильно деформируется, повышается напряжение в ее элементах, что также ведет к неравномерному изнашиванию протектора.

Данные о влиянии нормальной нагрузки на пробег шин, полученные в результатах исследований, проведенных НИИ «Транспорта», свидетельствуют о том, что с уменьшением нагрузки на шину ее номинальный пробег возрастает (снижение нормальной нагрузки на 10-20% приводит к увеличению срока службы на 10-60%), а с увеличением сокращается. Обратное влияние на интенсивность изнашивания протектора шин оказывает внутреннее давление. Установлено, что при пониженных давлениях интенсивность изнашивания повышается и наоборот. В условиях натуральных испытаний специалистами института исследовалось влияние внутреннего давления воздуха в шине на интенсивность изнашивания протектора. При этом было установлено, что интенсивность изнашивания протектора грузовых шин с увеличением в них внутреннего давления линейно снижается. Из экспериментального количества автомобилей, автошины почти всех самосвалов и АБС (автобетоносмесители) имели пониженное внутреннее давление (около 25% от допустимого).

Как известно, воздействие поверхности дороги на шину зависит от типа и состояния дорожного покрытия, продольного и поперечного профиля и извилистости дороги [3]. Другими словами, действие продольных (разгоны, торможения, подъемы и спуски), а также боковых сил (повороты и маневры вождения автомобиля) ведут к большему изнашиванию протектора шины по сравнению со стационарным движением автомобиля. Установлено, что при действии боковых сил интенсивность изнашивания протектора возрастает в большей степени по сравнению с действием крутящего момента.

Решающее влияние в условиях горных дорог оказывает повышенное действие боковых и продольных касательных сил в контакте шины с дорожным покрытием. Повышение удельного веса дорог горного профиля, что характерно для Рогуна, ведет к увеличению интенсивности изнашивания протектора шин грузовых автомобилей на 20 % (результаты анализа условий эксплуатации автомобилей согласно данным путевых листов).

Немаловажную роль в увеличении срока службы шин играют способ и стиль вождения автомобиля водителем.

Для опытных водителей характерно вождение автомобиля с постоянной скоростью преимущественно на прямой передаче при эксплуатации автомобиля на прямой дороге с допустимым качеством покрытия дорожного полотна. На спусках и перед остановками водителем должно использоваться движение автомобиля накатом, что дает возможность определенное время ведущим колесам работать в режиме ведомых. В результате автомобили и шины имеют пробег на 25 - 30% , превышающий нормативный. Анализ водительского состава предприятия показал, что автопредприятия, задействованные в строительстве Рогунской ГЭС, в основном, укомплектованы водителями 2-го класса (более 70% от общего числа водителей).

Исследование влияния основных факторов на ресурс автомобильных шин, эксплуатирующихся в переменных условиях рельефа местности, позволило заключить, что при исключении неисправностей в подвеске автомобиля, порезов и выкрашиваний шин, поддержания внутреннего давления в шине, базисным параметром, оказывающим решающее влияние на ресурс автомобильной шины, является износ протектора.

Таким образом, установлено, что особенности горных дорог, их профиль и покрытия, а также более частое торможение автомобиля и специфика работы двигателя в горных

условиях оказывают существенное влияние на износ шин по сравнению с условиями их эксплуатации в равнинных зонах на уровне моря.

Литература:

1. Гудков, В. А. Прогнозирование пробега автомобильных шин в горных условиях эксплуатации / В. А. Гудков, В. Н. Тарновский, Р. М. Устаров // Каучук и резина. - 2011. - № 5. - С. 31-33.
2. Кубраков, В. И. Влияние режимов нагружения и дорожных факторов на износ шин : дисс. ... канд. техн. наук / В. И. Кубраков. - Волгоград, 1995. - 177 с.
3. Гудков Д.В. Анализ влияния эксплуатационных факторов на пробег автомобильных шин на маршруте/Д.В.Гудков, В.П.Кубраков, А.А.Ревин// Проблемы шин и резинокордных композитов. Дорога, шина. Автомобиль: мат. 8-го симпозиума / НИИШП -М, 1997. - С.148-153.
4. Курбаков, В. П. Износ шин при движении грузовых автомобилей на подъемах / В. П. Курбаков, В. Н. Тарновский, А. П. Пимкин, Д. В. Гудков // Эксплуатация транспорта: межвуз. сб. науч. статей; СГТУ. - Саратов, 1996. - С. 11-15.

Юнусов М. Ю., Бердиев А. Л., Хусейнов Х.Б., Бодурбеков Ф.С., Цобиров Ф.

ТАЪСИРИ ШАРОИТИ ИСТИФОДАБАРИ БА ХӒРДАШАВИИ ШИНАӒОИ АВТОМОБИЛӒОИ ХУДБОРФАРОР

Дар мақола натиҷаҳои тадқиқоти таъсири омилҳои роҳӣ-истифодабарӣ, иқлимӣ ва ташкилӣ ба хӯрдашавии шинаҳои автомобилҳои худрези конӣ дар шароити сохтмони НБО Роғун оварда шудаанд.

Вожакалидҳо: омилҳо, хӯрдашавии шинаҳо, автомобилҳои худрези конӣ

Yunusov, M. Y., Berdiev, A. L., Huseinju, H. B., Bodurbekov F. S., Jobirov F. I.

THE INFLUENCE OF OPERATING CONDITIONS ON THE WEAR OF THE TIRES OF DUMP TRUCKS

The article presents the results of a study of the influence of road maintenance, and organizational climate factors on the wear of the tires of dump trucks in the construction of the Rogun hydropower plant.

Key words: factors, tyre wear, dump trucks.

Сведения об авторах

Юнусов Мансур Юсуфович -1963 г.р., к.т.н., окончил (1986 г.) Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими (ТТУ) по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство», в настоящее время доцент кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта» Таджикского технического университета им. акад. М.С. Осими. Автор более 60 научных статей. Научные интересы: Современные

проблемы экологии и ресурсосбережение на автотранспортном комплексе. **E-mail:** m-yunusov@mail.ru тел. (+992) 93-448-83-99

Бердиев Алишер Лугмонович – 1984 г.р., окончил (2006г.) Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими (ТТУ) по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство», инженер – механик, в настоящее время – старший преподаватель кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта» Таджикского технического университета им. акад. М.С. Осими. Автор более 25 научных статей. **E-mail:** alik8405@inbox.ru тел. (+992) 90-866-69-98

Хусейнов Хасан Бозорович – 1984 г.р., окончил (2009г.) Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими (ТТУ) по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство», инженер – механик, в настоящее время – старший преподаватель кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта» Таджикского технического университета им. акад. М.С. Осими. Автор более 23 научных статей. **E-mail:** hasan-84@bk.ru тел. (+992) 92-719-08-08

Бодурбеков Фарид Сарадбекович - 1984 г.р., окончил (2009 г.) Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими (ТТУ) по специальности «Организация дорожного движения», в настоящее время - старший преподаватель кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта» Таджикского технического университета им. акад. М.С. Осими. Автор более 15 научных статей. **E-mail:** vilos84@mail.ru тел. (+992) 93-507-32-30

Джобиров Фируз - 1987 г.р., окончил (2011 г.) Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими (ТТУ) по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство», в настоящее время - ассистент кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта» Таджикского технического университета им. акад. М.С. Осими. Автор более 12 научных статей. тел. (+992) 93-526-26-25. **E-mail:** jobirov.firuz@mail.ru

И.И. Абдуллоев, А.Дж Рахмонов

ОБСЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕКОНСТРУИРОВАННОГО ЗДАНИЯ ОБЩЕЖИТИЯ «ТАДЖИКТЕКСТИЛЬМАШ» В Г. ДУШАНБЕ

Данной статье приведены результаты обследования технического состояния конструкций реконструированного здания общежития завода «Таджиктекстильмаш». Реконструкция здания выполнена перепланировкой, существующей помещений путем возведения новых перегородок или демонтажем имеющихся. Для дальнейшей нормальной и надежной эксплуатации реконструированного здания даются соответствующий рекомендации.

Ключевые слова: общежития, несущие конструкции, анализ результатов.

Настоящая работа содержит результаты обследования технического состояния конструкции реконструированного здания общежития, расположенной по улице Юсуф Вафо 72/5 г. Душанбе. Участок расположения обследуемого объекта расположен в юго-западной части г. Душанбе.

Согласно ранее проведенных институтом «ТаджикГИИТИЗ» инженерно-геологических изысканий соседних объектов (арх. №1680), в геоморфологическом отношении участок приурочен к поверхности I правобережной террасы р. Душанбинки. Рельеф участка ровный, спланирован в процессе строительства здания.

В геологическом строении участка принимает участие аллювиальных отложения современного возраста (apQ_3), представленных крупнообломочными грунтами перекрытых с поверхности насыпными грунтами мощностью 3,0м (грунт слагает обратную засыпку пазух фундаментов). Мощность крупнообломочных отложений составляет более 50м.

Современные физико-геологические процессы на участке не отмечаются.

Сейсмическая активность участка изысканий, согласно карты сейсмомикрорайонирования территории г. Душанбе, составляет 8 баллов.

Обследуемое здание построено в конце 60-х годов прошлого столетия. Целью обследования являлась оценка технического состояния несущих конструкций и элементов реконструированного здания общежития под общежитием улучшенной планировки квартирного секционного типа. Реконструкция здания произведена перепланировкой существующих помещений путем возведением новых перегородок или демонтажем имеющихся.

Обследуемое здание четырехэтажное кирпичное без подвала коридорного типа. В плане имеет прямоугольную форму с общими осевыми размерами 14x41.4 м, высота этажей 3.0м.

Основными конструктивными элементами здания являются:

фундаменты – ленточные бетонные, стены – из жженого кирпича, толщиной 380мм; перегородки – до реконструкции из гипсоблока, а после реконструкции, кирпичные толщиной 120мм и деревянные;

сейсмопояса – монолитные железобетонные; перекрытия – из сборных железобетонных многопустотных плит; кровля – чердачная покрытая асбестоцементными листами. При визуальном обследовании конструкций и элементов реконструированных помещений здания были выявлены следующее:

-- при перепланировки помещений некоторые существующие дверные проемы заложены кирпичными кладками на толщину полкирпича(рис. 1);

-- во вновь возведенных кирпичных перегородках перемычки выполнены из армокирпича (рис. 2);

-- новые перегородки связаны с несущими стенами металлическими штырями через каждый пятый ряд из арматурных стержней диаметром 10мм класса А-1 (рис. 3);

-- на втором этаже в несущей стене рядом с существующим дверным проемом на расстоянии 25см установлен новый дверной проем (рис. 4),



Рис.1. Заложение дверного проема кирпичной кладкой



Рис.2. Армокирпичные перемычки в возведенных перегородках

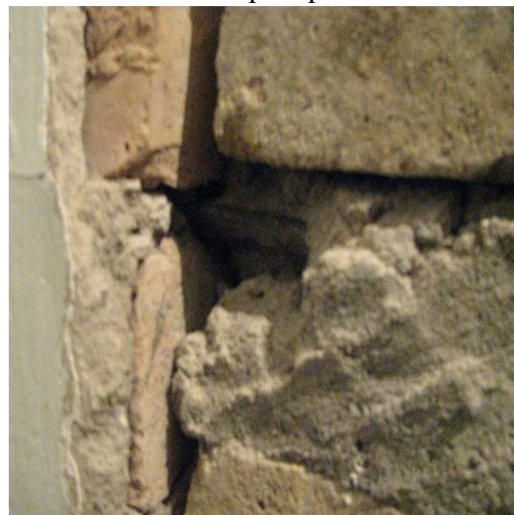
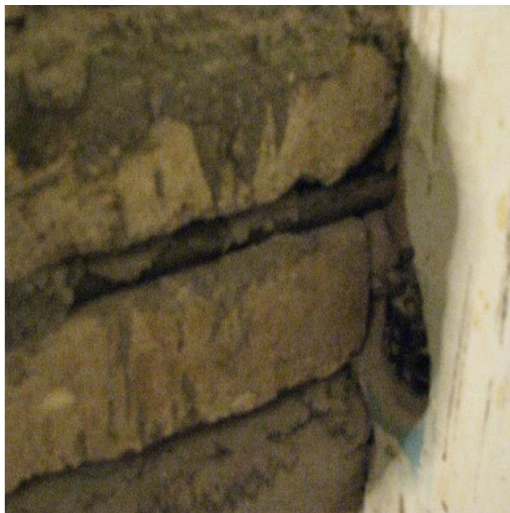


Рис. 3,4. Штыри, связывающие новую перегородку с несущей стены

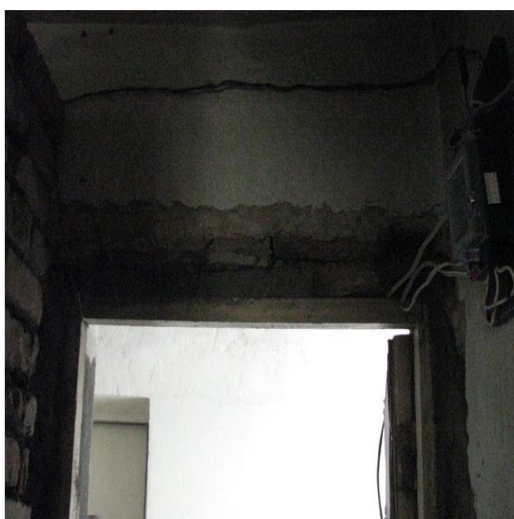


Рис.5.6. Новый дверной проем, выполненный без перемычки.

-- на втором этаже в несущей стене новый дверной проем рядом со существующим выполнен без перемычки (рис. 5)

Анализ результатов обследования

Анализ полученных результатов обследования показывают, что суть реконструкции здания общежития заключаются в перепланировке существующих помещений под общежитием улучшенной планировки квартирного секционного типа. Реконструкция выполнена путем возведения новых кирпичных перегородок, а в некоторых местах демонтажем существующих. В результате реконструкции получены одно-двух и трехкомнатные квартиры с отдельной кухней и санузлами.

При обследовании конструкции и элементов реконструированного здания были выявлены некоторые недостатки. В частности, на втором этаже в несущей стене рядом с прежним дверным проемом установлен новый дверной проем. Расстояние между новым и прежним дверным проемом составляют всего 20см. Согласно требованию строительных норм по сейсмостойкости «МКС ЧТ 22-07-2007» таблица 5.3 это расстояние для кладки первой категории равно 90см, а для второй категории 116см. Причем новый дверной проем установлен без перемычки. Между этими проемами, для ванного помещения, возведена кирпичная перегородка, не имеющая связь с несущей стеной.

Установка нового дверного проема рядом с прежним, также имеет место в несущей стене. Расстояние между прежним и новым дверным проемом, на этом участке стены, составляют 25см.

На четвертом этаже часть несущей стены (шириной 80см), рядом с прежним дверным проемом, демонтирована. В результате ширина проема составляют 1694мм без укрепления, т.е. обрамления.

Кроме того, на втором этаже в углу жилого помещения установлены унитаз и мойка, а не в специальном помещении как полагается.

Следует отметить, что вокруг здания бетонная отмостка, как таковой, отсутствуют. Имеющая отмостка разрушена, местами отсутствуют, что способствуют проникновению атмосферных осадков на основания здания.

Элементы кровли здания находятся в относительно изношенном состоянии. Асбестоцементные листы поломаны, местами отсутствуют или заменены на металлические жестянки, которые подвержены коррозии. Деревянные стропильные системы подвержены увлажнению, местами даже гниению.

Общие выводы и рекомендации

На основании результатов проведенного обследования конструкций реконструированного здания общежития, а также анализа полученных результатов можно сделать следующие выводы:

- здания общежития коридорного типа реконструирована под общежитием улучшенной планировки квартирного секционного типа. Реконструкция выполнена перепланировкой существующих помещений путем возведения новых кирпичных перегородок или демонтажем прежних. В результате реконструкции получены одно-, двух и трехкомнатные квартиры с отдельной кухней и санузлами;

- в момент обследования основные несущие конструкции здания общежития в целом находились в удовлетворительном состоянии;

- частичное вскрытия стыка перегородок со стеной показала, что вновь возведенные кирпичные перегородки связаны с несущими стенами с помощью штырей из арматурных стержней диаметром 10мм класса А-1, установленные через каждый пятый ряд;

Для надежной дальнейшей эксплуатации реконструированного здания общежития рекомендуется:

- на втором этаже в прежние дверные проемы заложит кирпичной кладкой на всю толщину стены, а в новых дверных проемах установить металлические перемычки;
- на втором этаже частично возведенная кирпичная перегородка, не имеющая связь с несущей стеной демонтировать, а унитаз и мойку оградить возведением перегородки;
- на четвертом этаже часть демонтированной несущей стены, на ширину 80см, восстановить с обязательным обеспечением связи с остальной частью стены;
- произвести ремонт кровли, в котором предусмотреть замену и восстановление изношенных и отсутствующих асбестоцементных листов, а также деревянных стропильных систем;
- после завершения реконструкции здания выполнить водозащитные мероприятия, необходимые для удаления атмосферных осадков от здания, в полном объеме;
- для недопущения скопления воды вокруг здания устраивать водоотводные и ливнесточные лотки с соответствующим уклоном;
- восстановить разрушенные участки отмосток на ширину не менее 1.5м;

Литература

1. Карта сейсмического районирования территории г. Душанбе.
Авторы: Орипов Г.О, Коган Л.К, Гнилов В.А. ТаджикГиинтиз, ТИССС. 1993.
3. МКС ЧТ 22-07-2007. Сохтмони зилзилатобовар. Меъёрҳои лоихасозии. Душанбе 2008.
4. СНиП 2.03.11-85 "Защита строительных конструкций от коррозии". М. 1985 г.
5. СНиП 11-02-96. Инженерные изыскания для строительства.
6. СП 11-1058-97. Свод правил по инженерным изысканиям для строительства.
7. СНиП 2.02.01- 83. Основания зданий и сооружений.
8. СНиП 11-23-81. Стальные конструкции.
9. ГОСТ 5180-84. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.

И.И. Абдуллоев, А.Ч. Рахмонов

БАҲОДИҲИИ ТЕХНИКИИ БИНОИ ТАҶДИДШУДАИ ХОБГОҲИ «ТОЧИКТЕКСТИЛМАШ» ДАР Ш. ДУШАНБЕ

Дар мақола натиҷаҳои баҳодии техникии бинои таҷдидшудаи хобгоҳи корхонаи «Таджиктекстилмаш» барраси гардида, барои барқарор намудани бино ва таъмини истифодаи мӯътадили он лоиҳаи корҳои тармиму барқарорнамои пешниҳод шудааст.

Калимаҳои калидӣ: хобгоҳ, конструксияҳои борбардор, анализи натиҷаҳо.

I.I. Abdulloev, A.J. Rahmonov

ESTIMATION OF TECHNICAL CONDITION OF THE RECONSTRUCTED BUILDING OF A HOTEL “TAJIKTEKSTILMASH” IN THE CITY OF DUSHANBE

Given clause the results of inspection of a technical condition of designs of the reconstructed building a hostel of a factory "Tadjiktecstilmash" are given. The reconstruction of a building is executed by re-planning existing of premises(rooms) by erection of new partitions or dismantle available. For the further normal and reliable operation of the reconstructed building are given appropriate to the recommendation.

Keywords: hostels, structural engineering, analysis of the results.

Сведения об авторах

Абдуллоев Исматилло Ибодиллозода-1959г.р., кандидат технических наук, доцент кафедры «Промышленное и гражданское строительство» факультета «Строительство и архитектуры» . Область научных интересов : проблемы развития строительства в Республики Таджикистан.

Рахмонов Ахмаджон Джамолиддинович – 1987 г.р., в 2010 г. окончил Таджикского технического университета кандидат технических наук, ст. преп. кафедры «Промышленное и гражданское строительство» Таджикского технического университета имени М.С.Осими.

Д.Н. Низомов, А.А. Ходжибоев, О.А. Ходжибоев

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ ЗЕМЛЯНОЙ ПЛОТИНЫ ОТ ДЕЙСТВИЯ БЕГУЩЕЙ ВОЛНЫ

Методом граничных уравнений исследуется динамическое поведение грунтовой плотины. Численным моделированием получены результаты напряженно-деформированного состояния плотины при различных динамических воздействиях.

Ключевые слова: численное моделирование, плотина, динамическое поведение, кинематическое возмущение основания, бегущая волна, уравнение Ламе.

Рассмотрим упругое однородное изотропное тело, занимающее область $\Omega + \Sigma$, со следующими характеристиками материала: E – модуль упругости; ν – коэффициент Пуассона; ρ – масса единицы объема (плотность). Решение динамической задачи теории упругости сводится к системе дифференциальных уравнений Ламе [1]:

$$(\lambda + \mu) \text{grad div} U + \mu \Delta U + \rho F = \rho \ddot{U},$$

которые сводятся к граничным интегральным уравнениям [2].

Исследуется динамическое поведение однородной и изотропной земляной плотины (рис. 1) с характеристиками:

$$E = 5,713 \cdot 10^2 \text{ МПа} (5,713 \cdot 10^4 \text{ тс/м}^2), \nu = 0,45, \rho = 0,647 \text{ т/м}^3,$$

от действия волны смещения, бегущей в положительном направлении оси X со скоростью c (м/с) вдоль контура AB . Если предположить, что основание плотины состоит из массива горных пород с характеристиками:

$$E = 5,4 \cdot 10^3 \text{ МПа} (5,4 \cdot 10^5 \text{ тс/м}^2), \nu = 0,35, \rho = 2,0 \text{ т/м}^3,$$

то скорости продольных и поперечных волн будут равны:

$$c_1 = \sqrt{(1-\nu)E / (1+\nu)(1-2\nu)\rho} = 2062 \text{ м/с}, \quad c_2 = \sqrt{E / 2(1+\nu)\rho} = 990,5 \text{ м/с},$$

что примерно соответствуют полускальным горным породам [3, 4]. Для бегущей вправо монохроматической плоской волны выберем синусоидальную функцию

$$f(x,t) = a \sin \frac{2\pi}{\lambda} (ct - x)_+,$$

здесь $(ct - x)_+ = 0$ при $x > ct$, t – время, a, λ – амплитуда и длина волны.

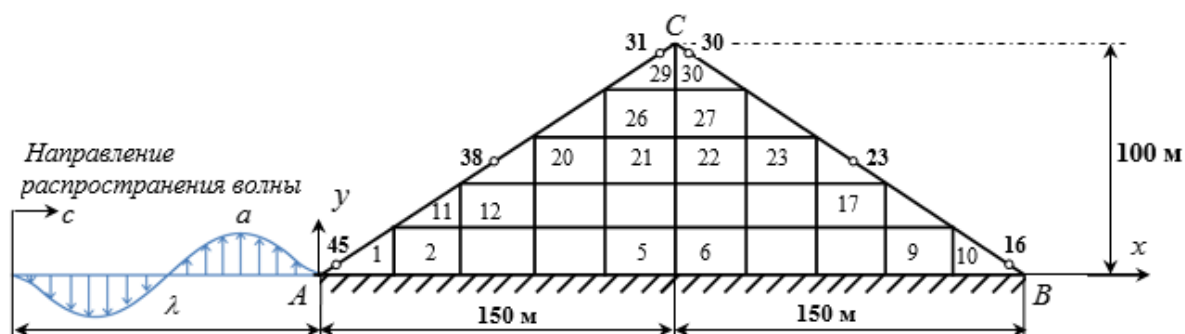


Рис. 1. Бегущая волна по контуру AB

Амплитуду волны можно задавать в зависимости от интенсивности землетрясения [5]. Если заданы скорость и длина волны, ее период определяется соотношением $T = \lambda / c$, показывающим, что волна проходит расстояние в одну длину волны за время T . Зависимость между периодом волнового колебания, определяющего максимальное перемещение, и магнитудой землетрясения обычно для спектра P – волн при $M > 5$ [6] принимается в виде:

$$\lg T = 0,51M - 2,59,$$

откуда следует, что, например, при магнитуде землетрясения $M = 5,5$ период колебаний продольных сейсмических волн получается равным $T = 1,64$ с. Если принять $T = 2$ с, то с учетом (в) длины продольных и поперечных волн соответственно будут равны: $\lambda_1 = 4124$

м, $\lambda_2 = 1981$ м, что значительно больше характерного размера рассматриваемого сооружения.

Для однослойного грунта преобладающий период определяется формулой $T = 4h / c_2$, где c_2 - скорость поперечных волн. На основе сейсмометрических наблюдений установлено [5], что при $h = 25$ м преобладающий период $T = 0,17$ с.

Реализацию алгоритма и программу динамического расчета рассмотрим на примере модели однослойного грунта основания с толщиной слоя галечника $h = 25$ м. Задаемся скоростью продольной волны для слоя галечника $c_1 = 1200$ м/с и преобладающим периодом $T = 0,2$ с. Скорость поперечной волны определим из зависимости $T = 4h / c_2$, откуда следует, что $c_2 = 500$ м/с. Длины продольных и поперечных волн, в соответствии с выражением $T = \lambda / c$, будут соответственно равны: $\lambda_1 = 240$ м; $\lambda_2 = 100$ м.

На рис. 2 приведены графики изменения перемещений в зависимости от времени, полученные от действия бегущей волны вертикальных смещений контура AB , длиной $\lambda = 100$ м, амплитудой $a = 16$ мм. Одиночная волна со скоростью $c_2 = 500$ м/с продвигается по контуру AB за время $t_1 = 0,6$ с. Далее сооружение будет совершать свободные колебания. Можно увидеть, что вертикальные перемещения узла 45 вблизи угловой точки A ($u_{y,45}$, кривая 1) с максимальной амплитудой 18,7 мм почти совпадает с формой колебания поперечной волны и то же самое повторяется, чуть позже, для узла 16 ($u_{y,16}$, кривая 4). На контуре, вблизи гребня плотины, горизонтальные перемещения ($u_{x,30}$, кривая 2) примерно в три раза больше чем вертикальные ($u_{y,30}$, кривая 3).

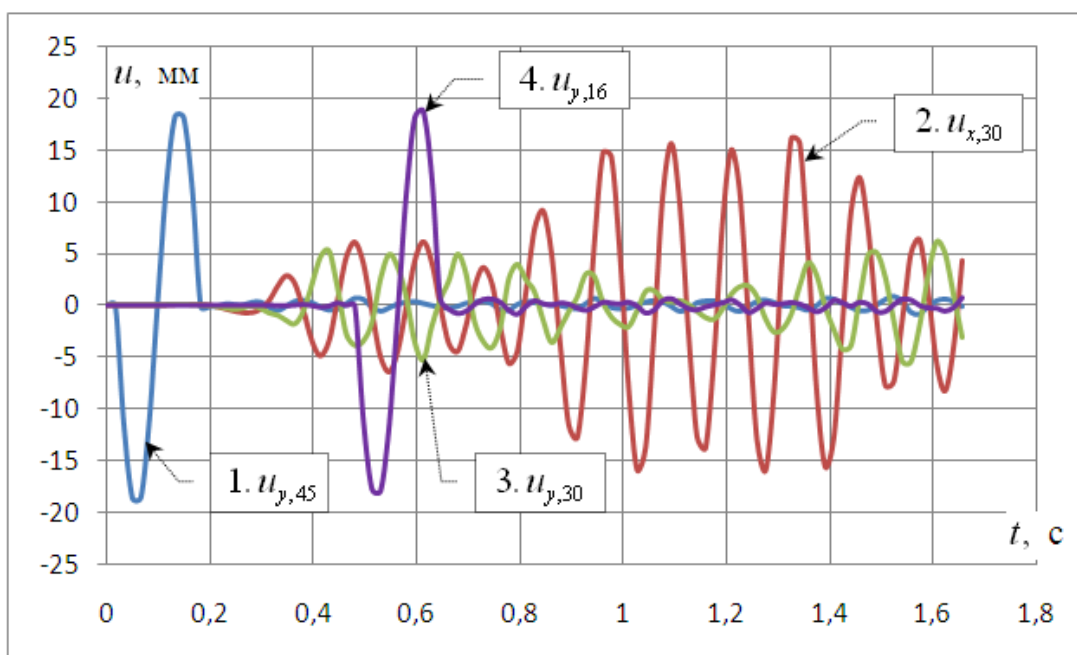


Рис. 2. Перемещения точек контура дамбы.

Пиковые значения перемещений с учетом поверхностного слоя

Перемещения	Узлы в теле плотины				Узлы на контуре			
	6*	15*	22*	27*	30*	30	38	23
u_x , мм	5,08	3,65	4,31	4,11	6,78	15,93	9,41	6,85
u_y , мм	8,94	6,42	6,62	7,96	4,40	6,10	11,9	12,1

В табл. 1 приведены пиковые значения горизонтальных и вертикальных перемещений в узлах внутренней области плотины и на ее контуре с учетом поверхностного слоя от действия поперечной волны при $a = 16$ мм. Видно, что наибольшие вертикальные и горизонтальные перемещения возникают в середине наклонных граней плотины. Для сравнения в табл. 2 представлены аналогичные результаты, полученные без учета поверхностного слоя. Сравнение показывает, что при однородном полускальном основании пиковые значения горизонтальных и вертикальных перемещений в плотине значительно уменьшаются.

Таблица 2

Пиковые значения перемещений без учета поверхностного слоя

Перемещения	Узлы в теле плотины				Узлы на контуре			
	6*	15*	22*	27*	30*	30	38	23
u_x , мм	0,53	0,99	1,13	1,22	4,51	1,02	4,92	4,69
u_y , мм	8,42	6,34	4,60	3,38	1,46	1,94	6,78	6,91

Таким образом, разработаны алгоритм и программа численного моделирования динамической задачи теории упругости в условиях плоской деформации на основе метода граничных уравнений. На примере реального сооружения исследовано напряженно-деформированное состояние при кинематическом возмущении основания. Получены результаты динамического поведения плотины от действия бегущей поперечной волны. Показано, что при увеличении жесткости основания уровень напряженно-деформированного состояния сооружения уменьшается.

Литература

1. Седов Л.И. Механика сплошной среды, т. 2. – М.: Наука, 1970 – 568 с.
2. Низомов Д.Н. Метод граничных уравнений в решении статических и динамических задач строительной механики. М.: Изд-во АСВ, 2000, 282с.

3. Савич А.И., Коптев В.И., Никитин В.Н., Яценко З.Г. Сейсмоакустические методы изучения массивов скальных пород. –М.: Недра, 1969. -240 с.
4. Гришин М.М., Розанов Н.П., Белый Л.Д., и др. Бетонные плотины (на скальных основаниях). -М.: Стройиздат, 1975. -352с.
5. Медведев С.В. Инженерная сейсмология. – М.: Госстройиздат, 1962. -284 с.
6. Касахара К. Механика землетрясений. – М.: «Мир», 1985. – 264 с.

Ҷ.Н. Низомов, А.А. Хочибоев, О.А. Хочибоев

МОДЕЛСОЗИИ РАФТОРИ ДИНАМИКИИ САРБАНДХОИ ХОКӢ АЗ ТАЪСИРИ МАВҶИ ҲАРАКАТКУНАНДА

Бо методи муодилаҳои сарҳадӣ рафтори динамикии сарбандҳои хокӣ тадқиқ шуда истодааст. Бо моделсозии ададӣ натиҷаҳои ҳолати шиддатнокии деформатсионии ғангоми таъсири кувваҳои динамикии ҳарҳела ёфта шудааст.

Калимакалидҳо: моделсозии ададӣ, сарбанд, рафторӣ динамикӣ, шиддати кинематикии асос, мавҷи ҳаракаткунанда, муодилаи Ламе.

D.N. Nizomov, A.A. Hodzhiboev, O.A. Hodzhiboev

SIMULATION OF THE DYNAMIC BEHAVIOR OF EARTH DAMS OF TRAVELING WAVE ACTION

The method of boundary equations investigated the dynamic behavior of embankment dam. Numerical simulation results obtained stress-strain state of the dam at various dynamic effects.

Key words: numerical modeling, dam, dynamic behavior, kinematic indignation of base, travelling wave, Lamé's equation

Сведения об авторах

Низомов Джахонгир Низомович – 1947 г. р., окончил (1969 г.) МИСИ им. В.В. Куйбышева (ныне МГСУ), доктор технических наук, профессор, чл.-корр. АН РТ, заведующий лабораторией теории сейсмостойкости и моделирования, автор более 200 научных работ, область научных интересов – строительная механика, теория сейсмостойкости, численные методы, математическое моделирование, механика разрушения.

Ходжибоев Абдуазиз Абдусатторович – 1953 г. р., окончил (1974 г.) ТПИ (ныне ТТУ имени академика М.Осими), доктор технических наук, и.о.зав кафедрой ПГС, автор и соавтор более 100 научных работ, область научных интересов – строительная механика, численное моделирование, неразрушающие методы контроля.

Ходжибоев Орифджон Абдуазизович– 1983 г. р., окончил (2004 г.) ТТУ имени академика М. Осими, старший научный сотрудник лаборатории теории сейсмостойкости и моделирования, соавтор более 10 научных работ, область научных интересов – строительная механика, численное моделирование, неразрушающие методы контроля.

А.Р. Рузиев, А.О. Якубов

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УПЛОТНЯЕМОСТИ ЛЁССОГРАВИЙНЫХ СМЕСЕЙ ПО СТАНДАРТНОЙ МЕТОДИКЕ

Приводятся результаты стандартного уплотнения лёссово-гравийных смесей. Установлено, что содержание крупнообломочного грунта снижает оптимальную влажность лёссово-гравийных смесей - каждые 10 % добавления гравийных частиц (по массе) приводят к снижению оптимальной влажности лёссово-гравийной смеси на 1 %.

Ключевые слова: лёсс, лёссовый грунт, гравий, лёссово-гравийная смесь, уплотнение, оптимальная влажность, максимальная плотность.

Постановка вопроса. При строительстве зданий и сооружений на лёссовых просадочных и слабых водонасыщенных грунтах широко применяются грунтовые подушки, устраиваемые путем послойной отсыпки и уплотнения (укатки) грунта нарушенной структуры. Грунтовая подушка, которая заменяет слабый или просадочный грунт в пределах деформируемой зоны основания, служит как искусственное основание и, одновременно, как сплошной водонепроницаемый экран для защиты нижних просадочных грунтов от замачивания.

Если грунтовая подушка устраивается только как искусственное основание (например, для замены слабого грунта), тогда она может устраиваться практически из любого грунта – гравия, песка или связного грунта. Если же грунтовая подушка устраивается одновременно и как сплошной водонепроницаемый экран для защиты нижних просадочных грунтов от замачивания (например, при строительстве на лёссовых просадочных грунтах), тогда она устраивается только из связного грунта. При возведении подушек для создания сплошного водонепроницаемого экрана применяются лёссовидные глины или суглинки, так как они позволяют достичь наибольшей водонепроницаемости.

В Республике Таджикистан при устройстве грунтовых подушек и земляных сооружений, а также обратной засыпке пазух фундаментов используются широко распространенные лёссовые грунты, отличающиеся от обычных связных грунтов гранулометрическим, минералогическим и химическим составом. Лёссовому грунту характерны высокое содержание пылеватых частиц (0,01 – 0,002 мм) (иногда до 90 %) и низкое (до 10 %) содержание глинистых частиц (менее 0,002 мм). По минералогическому составу пылеватые частицы представлены минералами кварца, полевого шпата, слюды и т. п. Лёссовые грунты содержат различные карбонатные соли, известковистые соединения и различные конкреции, снижающие пластичность грунта.

В последние годы при строительстве на лёссовых просадочных грунтах начали применяться подушки из смеси крупнообломочного и лёссового грунта, так называемых лёссово-гравийных смесей. Изучение уплотняемости таких смесей с различным соотношением содержания «лёссовый грунт + гравий» представляет практический и научный интерес.

Целью настоящих исследований является изучение уплотняемости и определение оптимальной влажности лёссово-гравийных смесей с различным соотношением содержания «лёссовый грунт + гравий», а также подбор оптимального состава смеси как для устройства оснований зданий и сооружений, так и для возведения земляных сооружений.

Исследования проводились в лаборатории «Геотехника» кафедры «Подземные сооружения, основания и фундаменты» ТТУ им. акад. М.С. Осими. Испытания проводились на приборе стандартного уплотнения СоюздорНИИ.

Подготовка грунтов и смеси. Лессовидный грунт нарушенной структуры следует отбирать в горных выработках и обнажениях в соответствии с требованиями ГОСТ 12071. Каждая отобранная проба грунта должна быть снабжена этикеткой. Исследуемый лессовидный грунт высушивается до воздушно-сухого состояния и после измельчения (без дробления минеральных зерен) просеивается через сито с диаметром отверстий 2мм. Далее просеянный грунт делится на пробы весом по 2–2,5 кг. Из просеянного грунта отбирают две пробы массой не менее 30 г для определения влажности грунта в воздушно-сухом состоянии в соответствии с требованиями ГОСТ 5180-84.

Лёссогравийная смесь была подготовлена путем добавления в лессовидный грунт определенного количества гравийных частиц. Для этого были отобраны частицы крупностью 2,0–2,5 мм. В соответствии с программой исследований лёссогравийная смесь была подготовлена с различным соотношением содержания гравийных частиц в лессовидный грунт. Затем в каждую пробу смеси добавляется вода из расчета достижения требуемой влажности. Масса каждой пробы смеси составила 2,5кг.

Таблица 1

Процентное содержание (по массе) лессового грунта и гравийных частиц в смеси

Лессовый грунт, %	100	90	80	70	60	50	40	30
Гравийный грунт, %	0	10	20	30	40	50	60	70

Количество добавляемой воды определяется по формуле

$$Q = \frac{m_c}{1+0.01W_b} \cdot 0,01(W_1 - W_b) \quad (1)$$

где: m_c - масса выделенной пробы смеси;

W_1 - требуемая влажность пробы грунта;

W_b – влажность смеси в воздушно-сухом состоянии.

За несколько приемов в выделенные пробы смеси добавляют расчетное количество воды, перемешивая при этом металлическим шпателем. Затем пробы грунта переносят из чашки в эксикатор или закрываемый сосуд и выдерживают их не менее 12 часов для достижения равномерной влажности.

При стандартном уплотнении пробы грунта (смеси) нарушенной структуры (5-6 проб) уплотняются при разных влажностях и для каждой пробы после уплотнения определяют плотность ρ и влажность грунта W с последующим вычислением плотности сухого грунта ρ_d . Число испытаний должно быть не менее пяти, а число значений плотности после максимальной должно быть не менее двух.

Испытания следует считать законченными, если с повышением влажности пробы грунта (смеси) при последующих двух испытаниях происходит последовательное уменьшение значений плотности уплотнённых образцов грунта, а также в случае, когда

при ударах происходит отжатие воды или выделение разжиженного грунта через соединения формы.

Таблица 2

Результаты испытаний лёссогравийных смесей на стандартное уплотнение

Содержание (%) гравийного грунта	0	10	20	30	40	50	60	70
Максимальная плотность сухого грунта, ρ_{dmax} , г/см ³	1,74	1,78	1,86	1,91	1,96	2,02	2,08	2,14
Оптимальная влажность смеси, W_{opt} , %	17	16	15	14	13	12	11	10

Литература

1. Рузиев А.Р. Строительная геотехника и геотехнология. Часть 1. Геотехнические испытания и расчеты. Душанбе, «Реаллайн», 2014, – 244 с.
2. ГОСТ 22733-2002. Грунты. Методы лабораторного определения максимальной плотности.

А.Р. Рузиев, А.О. Якубов

ТАҲҚИҚОТҲОИ ЭКСПЕРЕМЕНТАЛӢ ОИД БА ЗИЧШАВИИ ОМЕХТАҲОИ ЛӢССУШАҒАЛ БО ТАРЗИ СТАНДАРТӢ.

Дар мақола натиҷаҳои зичшавии омехтаҳои лёссӯшағал бо тарзи стандартӣ оварда шудаанд. Муайян карда шудааст, ки сангреға намнокии оптималии омехтаи лёссӯшағалро паст мекунад. Ҳар 10% зиёдшавии сангреға намнокии оптималиро ба миқдори 1% паст мекунад.

Калидвожаҳо: лёсс, сафедхок, шағал, сангреға, омехтаи лёссӯшағал, зичшавӣ, намнокии оптималӣ, зичии максималӣ.

A.R Ruziyev., S.A Yakubov.

EXPERIMENTAL RESEARCH COMPRESSIBILITY LËSSOGRAVIYNYH MIXTURES BY STANDARD TECHNIQUES

The results of the standard seal lËssograviynyh mixtures. It is found that reducing the content of coarse ground optimum humidity lËssograviynyh mixtures - each 10% addition of gravel particles (by weight) lead to less optimal humidity lËssograviynoy mixture of 1%.

Keywords: loess, loess soil, gravel mixture, sealing, optimal humidity, the maximum density.

Сведения об авторах

Рузиев Ахмадхон – доцент кафедры «Подземные сооружения, основания и фундаменты» ТТУ, кандидат технических наук. Область научных интересов - строительная геотехника и геотехнология. Автор двух книг и более 80 научно-методических трудов.

Контактный тел.: (+992 93) 531-97-55.

Якубов Алиджон – окончил (2016 г.) магистратуру ТТУ им. М.С. Осими по специальности «Шахтное и подземное строительство», ассистент кафедры «Подземные сооружения, основания и фундаменты» ТТУ.

Контактный тел : (+992 91) 979-99-95.

А. А. Сулаймонов, С. М. Назаров, А. З. Ибрагимов

К РАСЧЕТУ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ ПРИ ВЫРАБОТКЕ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

В статье рассматривается вопрос расчета эксплуатационных затрат при выработке тепла в котельных. Приводятся аппроксимационные кривые увеличивающие диапазон применения метода.

Ключевые слова: эксплуатационные затраты, приведенные затраты, удельные затраты, тепловая энергия, выработка тепла, себестоимость выработанной энергии.

Множество существующих энергетических установок по выработке тепловой энергии для нужд отопления, вентиляции и горячего водоснабжения различных объектов Республики Таджикистан обеспечиваются газообразным и жидким топливом с перебоями, наличие местного угля и его использование для выработки тепла может повысить надежность работы систем теплоснабжения. В связи с этим возникает необходимость проектирования и строительства котельных, работающих на твердом топливе. Поэтому вопросы, посвященные проектированию котельных, в особенности котельных малой и средней мощности, а также котельных с новыми конструкциями тепло-генераторов, работающих на твердом топливе, являются актуальными и своевременными.

Для выбора наиболее эффективного варианта технического решения необходимо выполнить расчет эксплуатационных и приведенных затрат. Наиболее простой метод расчета себестоимости вырабатываемой единицы тепловой энергии, изложенный в работах [1,2,3] и основанный на использовании величин удельных затрат для котельных с тепловой мощностью менее 1 Гкал/ч, практически отсутствует, что ограничивает область применения этого метода.

При планировании на годовой срок ожидаемый отпуск теплоты определяют путем построения годового графика отпуска теплоты, а количество необходимой к выработке теплоты в Гкал/год и запас топлива вычисляют по формуле

$$Q_{\text{выр}}^{\text{год}} = \left(1 + \frac{K_{\text{сн}}}{100} \right) Q_{\text{отп}}^{\text{год}} \quad (1)$$

где $K_{\text{сн}}$ - процент расхода топлива на собственные нужды ($K_{\text{сн}} = 5\%$)

Полезный отпуск теплоты в Гкал/год можно определить по укрупненным показателям в виде суммы расходов теплоты на отопление $Q_{\text{от}}$, вентиляцию $Q_{\text{в}}$, горячее водоснабжение $Q_{\text{г.в.}}$.

$$Q_{\text{отп}}^{\text{год}} = Q_{\text{от}} + Q_{\text{в}} + Q_{\text{г.в.}} \quad (2)$$

Выработка теплоты $Q_{\text{выр}}^{\text{год}}$ складывается из полезно отпущенного расхода $Q_{\text{отп}}^{\text{год}}$ и расхода на собственные нужды котельной $Q_{\text{с.н.}}^{\text{год}}$.

$$Q_{\text{выр}}^{\text{год}} = Q_{\text{отп}}^{\text{год}} + Q_{\text{с.н.}}^{\text{год}} \quad (3)$$

Годовой расход топлива в котельной, $V_{\text{год}}$, кг/ч

$$V_{\text{год}} = V^{\text{р}} \tau_{\text{уст}} n \left(1 + \frac{\sum b}{100} \right) \quad (4)$$

Часовой расход топлива в котельной $V^{\text{р}}$, в кг/ч

$$V^{\text{р}} = \frac{Q_{\text{к}}}{Q_{\text{н}}^{\text{р}} \eta_{\text{ка}}^{\text{бр}}}$$

$V^{\text{р}}$ - часовой расход топлива на котельный агрегат, кг /ч;
 $Q_{\text{к}}$ - установленная мощность котельной (произведение мощности одного котла) на число однотипных котлов, установленных в котельной, Гкал\ч; $\tau_{\text{уст}}$ - число часов использования установленной мощности, ч;
 n - число однотипных котлов на котельной;
 $\sum b$ - сумма потерь топлива на территории котельной (на складе для твердого топлива потери составляют 0,5%), потери вследствие нерасчетных режимов работы котельного агрегата составляют 2-3%, на растопки 2-3%;
 $\eta_{\text{ка}}^{\text{бр}}$ - коэффициент полезного действия котла (брутто);
 $Q_{\text{н}}^{\text{р}}$ - теплота сгорания топлива, ккал\кг.

Потребность в электроэнергии определяют как сумму [3]

$$W_{\text{э}} = W_{\text{дв}} + W_{\text{осв}} \quad \text{кВт ч/год} \quad (5)$$

$$W_{\text{дв}} = (\sum N_{\text{уст}}) \tau_{\text{уст}} \eta_{\text{спроса}}$$

$\sum N_{\text{уст}}$ - суммарная установочная в котельной мощность электродвигателей, кВт

$\eta_{\text{спроса}}$ -КПД спроса (для питательных насосов 0,8, для остальных двигателей 0,7)

$$W_{\text{осв}} = 6000 N_{\text{уст}}^{\text{свет}}$$

где $N_{\text{уст}}^{\text{свет}}$ -мощность всех установленных светильников:

6000-число часов работы в году.

Годовые эксплуатационные затраты, в тыс. сомони/год, в котельной складываются из следующих частей [2].

$$C_{\text{год}} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6 + C_7 \quad (6)$$

где

C_1 - затраты на амортизацию оборудования и сооружений, включая расходы на реновацию и капитальный ремонт, тыс.сомони/год ;

C_2 - затраты на текущий ремонт оборудования, тыс. сомони/год;

C_3 - затраты на заработную плату персонала, тыс. сомони/год;

C_4 - затраты на топливо, тыс. сомони/год;

C_5 - затраты на электроэнергию,получаемую из электросетей,тыс.сомони/год ;

C_6 - затраты на воду, израсходованную в котельной, тыс. сомони/год;

C_7 - прочие расходы, тыс. сомони/год;

Капиталовложения K , в тыс. сомони, определяются по формуле

$$K = \kappa_{\text{уд}} Q_{\text{к}} \quad (7)$$

где

$\kappa_{\text{уд}}$ –удельные капитальные затраты тыс. сомони/Гкал/ч;

$Q_{\text{к}}$ – установленная мощность котельной (произведение мощности одного котла на число котлов, установленных в котельной), Гкал/ч

Приближение значения удельных капитальных затрат для любой установленной мощности $Q_{\text{к}} > 0$ приложена приближенная формула на основе приведенных данных в [1,2] по значению удельных капитальных затрат от установленной мощности.

Зависимость удельных капитальных затрат от установленной мощности в диапазоне изменений $Q_{\text{к}}=4-200$ Гкал/ч хорошо согласуется со следующей зависимостью

$$\kappa_{\text{уд}} = 111 \sqrt[4]{e^{0.01/Q_{\text{к}}} - 1} \quad (8)$$

Максимальное отклонение кривой (8) от приведенных в [1,2] значений удельных капитальных затрат наблюдается при значениях $Q_{\text{к}} > 150$ Гкал/ч и составляет не более 20%, а в диапазоне изменения $Q_{\text{к}}$ от 4 до 100 Гкал/ч практически совпадают.

Степень экспоненты $0.01/Q_{\text{к}}$ (величина безразмерная) в зависимости (8) свидетельствует о существовании связи между удельными капитальными затратами установленной тепловой мощностью котельной $Q_{\text{к}}$ и мощности 0.01 Гкал/ч (или 10^4 ккал/ч). Действительно при тепловой мощности менее 10^4 необходимость в проектировании и строительстве котельной отпадает. Кроме этого, значение $\kappa_{\text{уд}}$, определенное по сметным ведомостям для тепловой мощности, менее 4 Гкал/ч.

Затраты на амортизацию, в тыс. сомони, определяются как сумма затрат на амортизацию зданий и сооружений и на амортизацию оборудования .

$$C_1 = K n_{\text{зд}} \alpha + K n_{\text{об}} \delta \quad (9)$$

где $n_{\text{зд}}$ – доля капитальных затрат на здания и сооружения, ($n_{\text{зд}} = 0.35 \div 0.6$);

$n_{\text{об}}$ - доля капитальных затрат на оборудование и его монтаж, ($n_{\text{об}} = 0.65 \div 0.4$);

α - процент амортизационных отчислений (норма амортизации) на здания и сооружения. Для задания котельных норма амортизации принята $\alpha=3,1 \div 3,5\%$ затрат на их строительство и складывается из отчислений на реновацию ($1,5 \div 1,8\%$) и отчислений на капитальный ремонт ($1,6 \div 1,7\%$);

δ – процент амортизационных отчислений на оборудование и его монтаж зависит от числа работы оборудования в году и от агрессивности топлива (содержания в нем серы) ; при числе часов работы котельной в году меньше 4000 можно принять 6.73% ;

Годовые затраты на текущий ремонт оборудования C_2 в тыс. сомони/год, составляют 20% затрат на амортизацию здания , сооружений и оборудования котельной

$$C_2 = 0.2 C_1 \quad (10)$$

Топливная составляющая себестоимости [3], приведенная к 1 тонне твердого топлива , может быть определена по формуле

$$C_4 = (\Pi_{np} + \Pi_{tp}) B^p \tau_{уст} \left(1 + \frac{\sum b}{100} \right) \left(1 - \frac{\alpha_n}{100} \right) 10^{-6} \quad (11)$$

где Π_{np} - преискурная отпускная цена на месте добычи, сомони/т ;

Π_{tp} – затраты на перевозку, сомони/т ;

α_n – процент потерь твердого топлива в пути до станции назначения в пределах норм естественной убыли.

Стоимость перевозок Π_{tp} в пределах от 50 до 3000км можно определить по эмпирической формуле [3].

$$\Pi_{tp} = \frac{7655}{Q_n^p} (0.3 + 0.0024N)$$

где N - дальность перевозки , км

Потребление воды в котельной складывается из следующих статей расхода ; покрытие потерь в цикле ; расход на горячее водоснабжение ; потери в теплотрассах ; охлаждение подшипников вращающихся механизмов ; душ , мытье полов и оборудования ; расход на фильтры системы химводоочистки (на взрыхление , на обмывку) хозяйственно – питьевые нужды (обычно 2-3, м³/ч).

Затраты на технологическую воду, C_6 , тыс. сомони/год , определяют по формуле

$$C_6 = \Pi_v \frac{0.7Q_{отп}}{c(t_1 - t_2)} \tau_{уст} \left(1 + \frac{C}{100} \right) \quad (12)$$

где Π_v – цена на воду (принимают по ценникам местности) ;

c – теплоемкость воды, ккал/кг.град;

t_1 – температура воды, поступающая в теплосеть, град ;

t_2 – температура обратной воды, град ;

C – процент непроизводительных потерь и утечек, %

При известной суммарной пар производительности $\sum D$, т/ч формула для определения затрат на технологическую воду приобретает следующий вид.

$$C_6 = \Pi_{\text{в}} (\sum D) (1 - Q_{\text{возв}}) \tau_{\text{уст}} \left(1 + \frac{c}{100}\right)$$

где $Q_{\text{возв}}$ – доля воздействия конденсата.

Затраты на электроэнергию C_5 , в тыс. сомони/год, определяются как произведение годового расхода электроэнергии на стоимость кВт.ч

$$C_5 = \mathcal{E}_{\text{год}} \Pi_{\text{эл}} 10^{-3} \quad (13)$$

$\Pi_{\text{эл}}$ – стоимость 1 кВт.ч электроэнергии в котельных, принимаемая 0.12 сомони.

Расход электроэнергии рассчитывается по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = \mathcal{E}_{\text{уд}} Q_{\text{к}} K_{\text{эл}} \tau_{\text{уст}} \quad (14)$$

где $K_{\text{эл}}$ – коэффициент использования электрической мощности, $K_{\text{эл}} = (0.6 \div 0.8)$

$\mathcal{E}_{\text{уд}}$ – удельная установочная мощность, кВт/Гкал/ч

Используя функцию $(e^{0.01/Q_{\text{к}}} - 1)$, установим зависимость удельных затрат на установленную мощность электрического оборудования от установленной тепловой мощности котельной.

Для определения значения удельной установочной мощности $\mathcal{E}_{\text{уд}}$ предлагается эмпирическая зависимость (рис. 2) установленной

$$\mathcal{E}_{\text{уд}} = 231 (e^{0.01/Q_{\text{к}}} - 1)^{0.33} \quad (15)$$

Затраты на заработную плату персонала C_3 , в тыс.сомони /год

$$C_3 = n_{\text{штат}} Q_{\text{к}} (1.4 \div 1.6) \quad (16)$$

$n_{\text{штат}}$ - штатный коэффициент

Для определения значения $n_{\text{штат}}$ в зависимости от установленной мощности (рис. 3), также используя функцию $(e^{0.01/Q_{\text{к}}} - 1)$, получим зависимость.

$$n_{\text{штат}} = 102.47 (e^{0.01/Q_{\text{к}}} - 1)^{0.55} \quad (17)$$

Зависимости (15) и (17) практически совпадают со значениями $\mathcal{E}_{\text{уд}}$ и $n_{\text{штат}}$, приведенными в работах [1,2].

Из предложенных эмпирических зависимостей (7), (14) и (16) вытекает, что удельные затраты могут быть отражены функцией $m (e^{0.01/Q_{\text{к}}} - 1)^n$, причем коэффициенты m и n зависят от статьи затрат.

Прочие расходы C_7 , в тыс. сомони /год, составляют от 3-5% остальных годовых эксплуатационных затрат

$$C_7 = (0.03 \div 0.05) (C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6) \quad (18)$$

Себестоимость выработанной тепловой энергии, в сомони /Гкал, в котельной определяется , как отношение годовых эксплуатационных затрат (в тыс. сомони) и к годовой выработке тепловой энергии (в тыс. Гкал/год)

$$C_{\text{выр}} = \frac{C_{\text{год}}}{Q_{\text{выр}} \cdot 10^{-3}} \text{ сомони /Гкал} \quad (19)$$

Себестоимость отпущенной тепловой энергии, в сомони /Гкал

$$C_{\text{отп}} = \frac{C_{\text{год}}}{Q_{\text{отп}} \cdot 10^{-3}} \quad (20)$$

Для экономического сравнения. Приведенные затраты в тыс. сомони /год , для каждого варианта сравнения определяются

$$П_{\text{год}} = C_{\text{год}} + E_{\text{нор}} K \quad (21)$$

где $E = 0.125$ нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности капиталовложений.

По последней зависимости определяют затраты на 1 год эксплуатации котельной и выбирается оптимальный вариант.

Вывод

Диапазон применения метода расчета эксплуатационных и приведенных затрат по удельным показателям возможно расширить, используя эмпирические зависимости, полученные на основании данных, приведенных в технической литературе для котельных с выработкой тепла более 4 Гкал/ч.

Литература

1. Роддатис К.Ф. Котельные установки. М. Энергия, 1987. 532с.
2. Гусев Ю.Л. Основы проектирования котельных установок. М.Стройиздат, 1973г.248с.
3. Делягин Г.Н., Лебедев В.И., Пермяков Б.А. Теплогенерирующие установки. М.Стройиздат, 1986 , 560с.

А. А. Сулаймонов, С. М. Назаров, А.З. Иброхимов

БАРОИ ҲИСОБИ ХАРОЧОТИ ИСТИФОДАВӢ ҲАНГОМИ ИСТЕҲСОЛИ НЕРӢИ ГАРМӢ.

Дар мақола саволи ҳисоби харочоти истифодавӣ ҳангоми истеҳсоли гармӣ дар деғхонаҳо дида баромада шудааст. Хатҳои қачи апроксиматсионӣ, ки доираи татбиқи усулро меафзояд оварда шудаанд.

Калимаҳои калидӣ: харочоти истифодавӣ, харочоти овардашуда, харочоти хос, нерӯи гармӣ, истеҳсоли гармӣ, арзиши нерӯи истеҳсолшуда.

A.A. Suleymanov, S.M. Nazarov, A.Z Ibragimov

TO THE CALCULATION OF OPERATING COSTS IN THE PRODUCING OF THERMAL ENERGY

In this article the calculation of operating costs during heat generation in boilers is considered. Presented approximation curves that increase the range of applications of the method.

Keywords: operational costs, given costs, unit costs, thermal energy, heat production, the cost of energy produced

Сведения об авторах

Сулаймонов Абдусатор Абдулхайевич - д.т.н. профессор «Инженерные системы зданий и сооружений», ТТУ им. акад. М.С.Осими г. Душанбе Таджикистан Тел:+992907-75-59-93, электронная почта (abdusulaimon@mail.ru). Автор более 50 статей.

Назаров Саидхуджа Маджидович – ст. преп. кафедры «Инженерные системы зданий и сооружений», ТТУ им. акад. М.С.Осими г. Душанбе Таджикистан Тел:+992918-61-48-34, электронная почта (nasarov_said@bk.ru). Автор более 10 статей.

Ибрагимов Ахлиддин Зарифович – аспирант кафедры «Инженерные системы зданий и сооружений», ТТУ им. акад. М.С.Осими г. Душанбе Таджикистан Тел:+992985-08-74-08, электронная почта (havas.19-95@mail.ru).

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

В научно-теоретическом журнале Вестник Таджикского технического университета Серия инженерные исследования («Паёми Донишгоҳ,и техникии Тоҷикистон Бахши тадқиқотҳои 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: vestnikTTU@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.