

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университетінің
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова

ШМУ ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК ПГУ

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

№ 2 (2018)

Павлодар

МАЗМҰНЫ**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**

Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова

Энергетическая серия

выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на учет, переучет периодического печатного издания,
информационного агенства и сетевого издания
№ 17022-Ж

выдано

Министерством, информации и коммуникаций
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области электроэнергетики, электротехнологии,
автоматизации, автоматизированных и информационных систем,
электромеханики и теплоэнергетики

Бас редакторы – главный редактор

Кислов А. П.

к.т.н., доцент

Заместитель главного редактора

Нефтисов А. В., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Антонцев А. В., *магистр***Редакция алқасы – Редакционная коллегия**

Алиферов А. И., *д.т.н., профессор (Россия)*
Боровиков Ю. С., *д.т.н., профессор (Россия)*
Новожилов А. Н., *д.т.н., профессор*
Горюнов В. Н., *д.т.н., профессор (Россия)*
Говорун В. Ф., *д.т.н., профессор*
Бороденко В. А., *д.т.н., профессор*
Клецель М. Я., *д.т.н., профессор*
Никифоров А. С., *д.т.н., профессор*
Марковский В. П., *к.т.н., доцент*
Хачевский В. Ф., *д.т.н., профессор*
Шокубаева З. Ж. *технический редактор*

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник ПГУ» обязательна

© ПГУ имени С. Торайгырова

Айткенова Г. Т., Муканова Д. Б.

Вагон жөндеу кәсіпорнының жұмыскерлеріне кепілдік беру
үшін кәсіптік тәуекелдерді бағалау негізіндегі әдістемені
қолданудың тиімділігін талдау12

**Абильдинова С. К., Бергузинов А. Н.,
Расмухаметова А. С.**

Поршенді сығымдағышы бар жылулық сорғының
жұмыс тиімділігін талдау23

Акимжанов Т. Б.

Электр тораптарының энергия аудиті: екі жақты қоректендірілетін
тораптардағы энергияны үнемдеу потенциалын бағалау31

Акимжанов Т. Б.

Электр тораптарының энергия аудиті:
радиалды тораптардағы реактивті қуат коэффициентін
қалыпты деңгейге келтіру арқылы энергияны үнемдеу43

**Абильдинова С. К., Алимгазин А. Ш., Мусабеков Р. А.,
Бергузинов А. Н., Расмухаметова А. С.**

Екі сатылы сығуды қолдану негізінде жылулық сорғылардың
энергетикалық тиімділігін арттыру54

Анарбаев А. Е.

Павлодар қаласында LTE желісі үшін радиожобынды аймақтарын есептеу ..65

Ахмет С. Э.

Негізгі ажыратқыш және таратушы қосалқы станциялардың
электр жабдықтарын таңдау74

Ахметбаев Д. С., Ажаев А. Б.

Жел энергетикасының Қазақстанда дамуы туралы79

Ахметбекова А. М., Ерқоңыр Ә. К., Боранбай М. Р., Оразбаев Қ. Н.

Жезқазған байыту фабрикасының орташа ұнтақтау корпусындағы
өндірістік шуды төмендету жолдары92

Байматаева Ш. М., Сапарходжаев Н. П.

Жылу процестерін модельдеу үшін дифференциалдық
теңдеулер жүйесін шешудің тұрақтылығын зерттеу103

Дунаев П. А., Рябцунов С. Ю.

IP TV желісінің өткізу қабілеттілігін бағалау Монте-Карло әдісі108

Жумабаева Г. М., Жданов А. Ю., Клыков И. И., Горчаков Л. В.

Тоқтардың резонансың зерттеудің бағдарламалы-аппараттық кешені118

Жұмажанов С. Қ.

Электрэнергетика қоғам дамуының негізгі факторының бірі130

Ивадилина Д. Т., Жүніс Г. М., Исабек Т. К.

Көмірді жер асты тәсілімен өндіру кезінде кен жыныстар
массивін геомеханикалық модельдеу136

Иманбаева С. Б. Кәсіпорындарда жеке қорғану құралдарының қажет санын жоспарлау	142
Исенова Г. Ж., Айткалиева Г. С. Цеолитқұрамдас крекинг катализаторлары қасиеттеріне толтырғыштардың әсері	153
Исмурзинов Н. Ж. Жаңартылғын органикалық отындардың жылутехникалық сипаттамаларын зерттеу	159
Каримов А. К., Масакбаева С. Р. Ребойлердің бірінші қыздыруын изомерлеу қондырғысының салқындатқыш Терминол 66 жылуден қамтамасыз ету үшін ауыстыру	168
Исупова Н. А., Касенов С. Т. Көмірді тиеу комплексінің технологиялық нұсқау модернизациясы және оның басқару жүйесін дамыту	176
Клецель М. Я., Барукин А. С., Калтаев А. Г. Геркондағы релелік қорғауны сенімділіктің бағалау	184
Кожиков А. Ж. Ақтөбе электр торабындағы 220 кВ ауа желілеріндегі кернеу режимін оңтайландыру	192
Куничанская Т., Масакбаева С. Күйдірілген кокстың сапасына әсер ететін күйдіру процесінің технологиялық параметрлері	200
Мендебает Т. М., Муканов Р. Б., Дуновски Ж., Касенов А. Ж. Ені әртүрлі, қатты қорытпалы пластиналармен жабдықталған құрама кескіш бастиек	212
Мусатаева А. А. Қазақстан Республикасының шағын және орта бизнестік кәсіпорындарында еңбек қорғау мәселелері	222
Нефтисов А. В., Кабылдин Р. К. Тұрғын үй кешенінің энерго ресурстарын қолдану бухгалтерлік энергетикасы	228
Нефтисов А. В., Токмагамбет Д. Химиялық өнеркәсіптің технологиялық процессінің автоматты басқару жүйесін жаңғырту бағдарламасы	239
Никифоров А. С., Приходько Е. В., Кинжибекова А. К., Карманов А. Е. Оқшаулағыш материалдардың ылғалдылығын зерттеу	246
Никифоров А. С., Приходько Е. В., Кинжибекова А. К., Карманов А. Е. Жоғары температуралы агрегаттардың футеровкаларындағы температуралық кернеулер есебінің бағдарламасын өзірлеу	253
Новожиллов А. Н., Новожиллов Т. А., Асаинов Г. Ж. Ауылшаруашылыққа арналған электр қозғалтқыштарының қорғанысы ...	260

Нурмухаметова И. Б. ҚР-дағы тұрмыстық қатты қалдықтар және оларды кәдеге жарату	275
Пястолова И. А., Глеуова А. А. Қазақстан Республикасындағы күн энергетикасының дамуы	288
Рева Г. Ж., Никифоров А. С., Глазырин С. А., Рева М. В. «Павлодар мұнай-химия зауыты» АҚ сумен жабдықтау және сарқынды суларды тазартудың қолданыстағы схемаларын сараптау	297
Рева М. В., Никифоров А. С., Глазырин С. А., Рева Г. Ж. «Павлодар мұнай-химия зауыты» АҚ ағынды суларын пайдалану	307
Рындин В. В., Абдуллина Г. Г., Абдуллин А. Т. Газ-плазмалық бүрку арқылы негізгі мұнай және газ құбырларын коррозиядан қорғау	315
Саканов Д. К., Ларина В. Н., Борщова Н. М. Қазақстан Республикасындағы жол құрылысы үшін цемент сапасының мониторингі	322
Уахитова А. Б., Динмуханбетова А. Ж., Дүйсенова Ж. Ж. Кернеу 1000 В жоғары электр желілерінде жерге тұйықталған сыйымдылықты тогының өтемақысы әдістерді жіктеу	333
Хорцев А. К. Мұнай өңдеу кәсіпорындарының технологиялық жабдықтарын зерттеу әдістері кешенін пайдалану	342
Кликушин Ю. Н., Кашевкин А. А., Латыпов С. И., Калантаевская Н. И., Кошеков А. К. Әдісі және компьютерлік құрал сәйкестендіру кодтау кездейсоқ сигналдардың виртуалды жиілігі	351
Авторларға арналған ережелер.....	360

СОДЕРЖАНИЕ

Айткенова Г. Т., Муканова Д. Б. Анализ эффективности применения методики на основе оценки профессиональных рисков в предоставлении гарантий работникам вагоноремонтного предприятия	12
Абильдинова С. К., Бергузинов А. Н., Расмухаметова А. С. Анализ эффективности работы теплового насоса с поршневым компрессором	23
Акимжанов Т. Б. Энергоаудит предприятий электрических сетей: оценка потенциала энергосбережения в сетях с двусторонним питанием	31
Акимжанов Т. Б. Энергоаудит электрических сетей: энергосбережение в радиальных сетях компенсацией реактивной мощности	43
Абильдинова С. К., Алимгазин А. Ш., Мусабеков Р. А., Бергузинов А. Н., Расмухаметова А. С. Повышение энергетической эффективности тепловых насосов на основе применения двухступенчатого сжатия	54
Анарбаев А. Е. Расчет радиостанций для сети LTE в Павлодаре	65
Ахмет С. Э. Выбор электрооборудования главных понизительных и распределительных подстанций	74
Ахметбаев Д. С., Ажаев А. Б. О развитии ветроэнергетики в Казахстане	79
Ахметбекова А. М., Ерқоңыр Ә. К., Боранбай М. Р., Оразбаев К. Н. Пути снижения производственного шума в корпусе среднего дробления Жезказганской обогатительной фабрики	92
Байматаева Ш. М., Сапарходжаев Н. П. Исследование устойчивости решения системы дифференциальных уравнений для моделирования тепловых процессов	103
Дунаев П. А., Рябцунов С. Ю. Оценка пропускной способности канала IPTV сети на основе метода Монте-Карло	108
Жумабаева Г. М., Жданов А. Ю., Клыков И. И., Горчаков Л. В. Программно-аппаратный комплекс по изучению резонанса токов	118
Жумажанов С. К. Электроэнергетика как основополагающий фактор развития общества ..	130
Ивадилинова Д. Т., Жүніс Г. М., Исабек Т. К. Геомеханическое моделирование массива горных пород при добыче угля подземным способом	136

Иманбаева С. Б. Методика расчета необходимого количества средств индивидуальной защиты	142
Исенова Г. Ж., Айткалиева Г. С. Влияние наполнителя на свойства цеолитсодержащих катализаторов крекинга	153
Исмурзинов Н. Ж. Исследование теплотехнических характеристик возобновляемых источников топлива	159
Каримов А. К., Масакбаева С. Р. Замена парового обогрева ребойлеров на обогрев теплоносителем Терминол 66 установки изомеризации	168
Исупова Н. А., Касенов С. Т. Модернизация технологической схемы углепогрузочного комплекса и разработка ее системы управления	176
Клецель М. Я., Барукин А. С., Калтаев А. Г. Оценка надежности релейной защиты на герконах	184
Кожиков А. Ж. Оптимизация режима напряжения воздушных линий 220 кВ Актюбинского энергоузла	192
Куничанская Т., Масакбаева С. Технологические параметры процесса прокалики, влияющие на качество прокаленного кокса	200
Мендебаев Т. М., Муканов Р. Б., Дуновски Ж., Касенов А. Ж. Сборная резцовая головка с твёрдосплавными пластинами разной ширины	212
Мусатаева А. А. Проблемы охраны труда на предприятиях малого и среднего бизнеса Республики Казахстан	222
Нефтисов А. В., Кабылдин Р. К. Автоматизация учета потребления энергоресурсов жилого комплекса	228
Нефтисов А. В., Токмагамбет Д. Этап модернизации автоматизированной системы управления технологического процесса химической промышленности	239
Никифоров А. С., Приходько Е. В., Кинжибекова А. К., Карманов А. Е. Исследование влажности обмуровочных материалов	246
Никифоров А. С., Приходько Е. В., Кинжибекова А. К., Карманов А. Е. Разработка программы расчёта температурных напряжений в футеровках высокотемпературных агрегатов	253
Новожилов А. Н., Новожилов Т. А., Асаинов Г. Ж. Защита электродвигателей сельскохозяйственного назначения	260
Нурмухаметова И. Б. Твёрдые бытовые отходы и их утилизация в РК	275

Пястолова И. А., Тлеуова А. А. Развитие гелиоэнергетики в Республике Казахстан	288
Рева Г. Ж., Никифоров А. С., Глазырин С. А., Рева М. В. Исследование существующих схем водоснабжения и очистки сточных вод АО «Павлодарский нефтехимический завод»	297
Рева М. В., Никифоров А. С., Глазырин С. А., Рева Г. Ж. Утилизация сточных вод АО «Павлодарский нефтехимический завод» ...	307
Рындин В. В., Абдуллина Г. Г., Абдуллин А. Т. Защита магистральных нефтегазопроводов от коррозии методом газоплазменного напыления	315
Саканов Д. К., Ларина В. Н., Борцова Н. М. Мониторинг качества цементов для дорожного строительства в Республике Казахстан	322
Уахитова А. Б., Динмуханбетова А. Ж., Дюсенова Ж. Ж. Классификация способов компенсации емкостного тока замыкания на землю в электрических сетях напряжением выше 1000 В	333
Хорцев А. К. Использование комплекса методов обследования технологического оборудования нефтеперерабатывающих предприятий	342
Кликушин Ю. Н., Кашевкин А. А., Кошеков А. К., Латыпов С. И., Калантаевская Н. И. Метод и компьютерный прибор идентификационного кодирования случайных сигналов по виртуальной частоте	351
Правила для авторов	360

CONTENT

Aitkenova G. T., Mukanova D. B. Analysis of efficiency of application of the method based on assessment of professional risks in providing guarantees to workers of the car repair enterprise	12
Abildinova S. K., Berguzinov A. N., Rasmukhametova A. S. Analysis of efficiency of work of thermal pump with piston compressor	23
Akimzhanov T. B. Energy audit of electrical grids: estimation of energy saving potential in dual fed grids	31
Akimzhanov T. B. Energy audit of electrical grids: energy saving in radial grids by adjusting the power factor to the normal value	43
Abildinova S. K., Alimgazin A. Sh., Mussabekov R. A., Berguzinov A. N., Rasmukhametova A. S. Increase of energy efficiency of heat pumps based on the use of two-stage compression	54
Anarbayev A. E. Calculation of radio stations for the network of LTE in Pavlodar	65
Akhmet S. Selection of electrical equipment of the main step-down and distribution substations	74
Akhmetbayev D. S., Azhaev A. B. On the development of wind power in Kazakhstan	79
Akhmetbekova A. M., Erkongyr A. K., Boranbay M. R., Orazbayev K. N. Ways of the in-plant noise reduction in the medium crushing bulk of the Zhezkazgan ore-dressing plant	92
Baimatayeva Sh., Saparkhojayev N. P. Investigation of stability of the differential equations system solutions for modelling of thermal processes	103
Dunayev P. A., Ryabtsunov S. Y. Assessment of iptv network channel bandwidth throughput based on the Monte Carlo method	108
Zhumabaeva G. M., Zhdanov A. Yu., Klykov I. I., Gorchakov L. V. Hardware and software system on the study of current resonance	118
Zhumazhanov S. K. Electric power engineering as a fundamental factor in the development of society	130
Ivadinilina D. T., Zhunis G. M., Issabek T. K. Geomechanical modeling of rock massive in underground coal mining	136

Imanbayeva S. B. The technique of calculation of the necessary number of personal protective equipment	142
Issenova G. Z., Aitkaliyeva G. S. Influence of the filler on the properties of zeolite-containing cracking catalysts	153
Ismurzinov N. Zh. Study of the thermal characteristics of renewable organic fuels	159
Karimov A. K., Masakbaeva S. R. Replacement of steam heating of reboilers for heating with coolant Terminol 66 isomerization unit	168
Isupova N. A., Kasenov S. T. Modernization of the technological scheme of the carbon complex and development of its automated control system	176
Kletsel M., Barukin A., Kaltaev A. Reliability assessment of relay protection on reed switches	184
Kozhikov A. Zh. Optimization of voltage mode of 220 kV overhead lines of Aktobe power plant	192
Kunichanskaya T., Masakbaeva S. Technological parameters of the calcination process, affecting the quality of roasting chark	200
Mendebayev T. M., Mukanov R. B., Dunovski J., Kasenov A. Zh. Sectional tool head with asymmetrical hard alloyed plates of different width ..	212
Musataeva A. A. Problems of labor protection at the enterprises of small and medium business of the Republic of Kazakhstan	222
Neftissov A. V., Kabyldin R. C. Automation of accounting of a residential complex energy resources consumption	228
Neftissov A. V., Tokmagambet D. Stage of modernization of the chemical industry technological process automated control system	239
Nikiforov A. S., Prihodko E. V., Kinzhibekova A. K., Karmanov A. E. Investigation of refractory materials humidity	246
Nikiforov A. S., Prihodko E. V., Kinzhibekova A. K., Karmanov A. E. Development of the program for calculation of temperature voltages in lots of high-temperature units	253
Novozhilov A. N., Novozhilov T. A., Assainov G. J. Protection of electric motors of agricultural purpose	260
Nurmuhametova I. B. Solid waste and recycling in Kazakhstan	275
Pyastolova I. A., Tleuova A. A. Development of solar energy in the Republic of Kazakhstan	288

Reva G. Zh., Nikiforov A. S., Glazyrin S. A., Reva M. V. Examination of existing schemes of water supply and wastewater treatment of «Pavlodar Oil Chemistry Refinery» LLP	297
Reva M. V., Nikiforov A. S., Glazyrin S. A., Reva G. Zh. Utilization of waste water «Pavlodar Oil Chemistry Refinery» LLP	307
Ryndin V. V., Abdullina G. G., Abdullin A. T. Protection of main oil and gas pipelines from corrosion with the method of gas plasma spraying	315
Sakanov D. K., Larina V. N., Borshova N. M. Monitoring of cement quality for road construction in the Republic of Kazakhstan	322
Uahitova A. B., Dinmukhanbetova A. Zh., Dyusenova Zh. Zh. Classification of compensation methods for capacitive earth fault current in electric networks above 1000 V	333
Khortsev A. K. Use of a complex of methods for inspection of the oil refineries technological equipment	342
Klikushin Yu. N., Kashevkin A. A., Latypov S. I., Kalantaevskaya N. I., Koshekov A. K. Method and computer device of random signals identification coding at the virtual frequency	351
Rules for authors	360

Г. Т. Айткенова¹, Д. Б. Муқанова²

¹магистр естественных наук, ст. науч. сотр., Лаборатория исследования профессиональных рисков, РГКП «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан», г. Астана, 010000, Республика Казахстан;

²ст. науч. сотр., Лаборатория исследования профессиональных рисков, РГКП «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан», г. Астана, 010000, Республика Казахстан
e-mail: ¹aitkenova.g@miiot.kz; ²mukanova.d@miiot.kz

**АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ
МЕТОДИКИ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ
В ПРЕДОСТАВЛЕНИИ ГАРАНТИЙ РАБОТНИКАМ
ВАГОНРЕМОНТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

В данной статье рассматриваются вопросы предоставления гарантий работникам, занятым на тяжелых работах, работах с вредными и (или) опасными условиями труда на примере вагоноремонтного предприятия. Приведены расчеты установления гарантий работникам предприятия по новой методике на основе результатов оценки профессиональных рисков. Проведен анализ эффективности внедрения предлагаемой методики в сравнении с действующим механизмом на предприятии и списочным подходом в предоставлении гарантий работникам. Обозначены корректирующие меры по снижению выявленных рисков на рабочих местах. Сделан вывод, что снижение профессиональных рисков на рабочем месте приведут к значительной экономии материальных средств. В этой связи, рекомендуется применение новой методики в предоставлении гарантий работникам от степени профессионального риска к использованию на отечественных предприятиях. Социально-экономический эффект от реализации полученных результатов заключается в сохранении трудового потенциала Республики Казахстан.

Ключевые слова: работники, занятые на тяжелых работах, работах с вредными и опасными условиями труда, гарантии и компенсации работникам, дополнительный ежегодный оплачиваемый отпуск, повышенный размер оплаты труда, сокращенная продолжительность рабочего времени, оценка профессионального риска, степень профессионального риска.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время национальная политика любой развитой страны включает в себя задачи по повышению уровня жизни занятого населения, по обеспечению безопасного и достойного труда работникам, по улучшению условий труда и снижению профессиональных рисков на рабочем месте, влияющие на жизнь и здоровья работников.

Одним из международных обязательств Республики Казахстан по Конвенции Международной организации труда (МОТ) № 187 об основах, содействующих безопасности и гигиене труда, ратифицированной Республикой Казахстан Законом РК от 20 октября 2014 года № 243-V ЗРК, является принятие активных мер в целях постепенного создания безопасной и здоровой производственной среды посредством национальной системы и национальных программ в области безопасности и гигиены труда, принимая во внимание принципы, заложенные в актах МОТ (см. 2) [1].

Согласно трудовому законодательству Республики Казахстан, государственное регулирование в области безопасности и охраны труда включает установление гарантий и компенсаций за тяжелую работу и работу с вредными и (или) опасными условиями труда, не устранимыми при современном техническом уровне производства и организации труда (п. 7, ст. 179 ТК РК) [2].

Работникам, занятым на тяжелых работах, работах с вредными и (или) опасными условиями труда гарантии в виде дополнительного оплачиваемого ежегодного отпуска и сокращенной продолжительности рабочего времени предоставляются в соответствии со списком производств, цехов, профессий и должностей, перечня тяжелых работ, работ с вредными и (или) опасными условиями труда, работа в которых дает право на сокращенную продолжительность рабочего времени, дополнительный оплачиваемый ежегодный трудовой отпуск и повышенный размер оплаты труда, а также правилами их предоставления, утвержденного уполномоченным органом по труду (далее – Список) [3].

При этом, наличие вредных условий труда должно быть подтверждено результатами аттестации производственных объектов по условиям труда.

Действующий механизм установления гарантий на основании списка не соответствует мировой практике в управлении охраны труда и не имеет связи с результатами аттестации рабочих мест по условиям труда. В нем отсутствует дифференцированность гарантий и компенсаций в зависимости от условий труда.

Для установления связи между результатами аттестации производственных объектов по условиям труда объемом предоставления вышеуказанных гарантий в рамках научных исследований, посвященных вопросам внедрения системы управления профессиональными рисками в Республике Казахстан, была разработана Методика установления вида и объема гарантий работникам, занятым на тяжелых работах, работах с вредными и опасными условиями труда в зависимости от степени профессионального риска (*далее – Методика*). Данная методика в виде научного произведения прошла государственную регистрацию прав интеллектуальной собственности № 2258 от 03.10.2017 года [4].

Методика предлагает определить объем гарантий в зависимости от степени профессионального риска, который является комплексной числовой характеристикой вредности и опасности производственной среды и трудового процесса, риска заболеваемости, безопасности производственного оборудования и обеспеченности средствами индивидуальной защиты. Методика расчета индивидуального показателя степени профессионального риска также разработана Институтом (*№ 2259 от 03.10.2017 года*) [5].

Предлагаемые подходы к установлению гарантий в виде повышенного размера оплаты труда, дополнительного оплачиваемого ежегодного трудового отпуска и сокращенной продолжительности рабочего времени, и определение их объема были апробированы в 2017 году на примере 6-предприятий.

В данной статье представлены результаты апробации методики и соответствующие работы на примере одного из предприятий, основным видом деятельности которого является ремонт, технический уход и обслуживание локомотивов и железнодорожных вагонов (*«33.17 Ремонт, техническое обслуживание прочих видов транспортного оборудования»*) [6].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

По статистическим данным за 2016 год (*отчет 1-Т*), на вагоноремонтном предприятии заняты 270 человек, из которых во вредных и (*или*) опасных условиях труда занято 211 работников.

Согласно штатному расписанию профессионально-квалификационная структура предприятия состоит из 106 профессий, из них 16 профессий административно-управленческий персонал (*22 чел.*), 38 профессии

производственного персонала (*163 чел.*) и 52 профессий вспомогательного персонала (*85 чел.*).

К основным профессиям производственного характера относятся: мастера (*вагоносборочного цеха, колесно-роликового цеха, цеха по ремонту тележек вагонов, по неразрушающему контролю, автоконтрольного пункта, цеха по ремонту оборудования*), слесарь по ремонту подвижного состава, дефектоскопист, электрогазосварщик, фрезеровщик, сверловщик, токарь, строгальщик.

Анализ предоставления гарантий работникам основных и вспомогательных подразделений горнорудного предприятия осуществлен по 81 профессии.

В целях определения эффективности внедрения разработанной методики проведен сравнительный анализ предоставления гарантии в разрезе подразделения по действующему механизму, по списку и по предлагаемой методике с трех позиций:

а) на основе результатов оценки профессиональных рисков;

б) в соответствии с требованиями действующего законодательства Республики Казахстан, т.е. на основании результатов аттестации производственных объектов в объеме согласно Списку;

в) согласно применяемого на предприятии подхода.

В административно-управленческом подразделении заняты работники 16 профессий, которым фактически не установлены какие-либо виды гарантий за условия труда.

Сравнение действующего механизма предоставления гарантии со Списком показало то, что профессиям данного подразделения не предусмотрены гарантии в виде дополнительного отпуска и сокращенной продолжительности рабочего времени.

По предлагаемой методике полагается на основе результатов оценки профессиональных рисков в административно-управленческом подразделении были выявлены профессии с 1 и 2 степенью. Всего в данном подразделении работают работники 16 профессии, из которых к 1-ой степени относятся 15 профессии. Данной категории работников не устанавливаются какие-либо виды гарантий. Работнику 1 профессий полагаются дополнительный оплачиваемый ежегодный трудовой отпуск не менее 6 календарных дней и повышенный размер оплаты труда в размере не менее 4 %, так как подвержена 2 степени риска (*ведущий инженер по охране труда и техники безопасности*). Это связано с тем, что данная должность наиболее часто соприкасается с технологическим оборудованием.

Работники основных и вспомогательных производственных подразделений предприятия подвергаются таким видам опасностей, как аварии на транспорте,

воздействие движущихся и вращающихся частей оборудования, механизмов, машин (*удары, захваты, сдавливания*), воздействие высокой и низкой температуры поверхности оборудования при движении работника, вредные вещества 1–4 классов (*опасности химических веществ: оксиды азота, ангидрид сернистый, оксиды углерода, органические соединения*), напряженность труда, шум, вибрация (*общая и локальная*), недостаточная освещенность рабочей зоны, тяжесть труда, поражение электрическим током и т.д.

В основных производственных подразделениях заняты работники 38 профессий, из которых на предприятии фактически установлено дополнительный отпуск в количестве 6 календарных дней работникам 13 профессий, повышенный размер оплаты труда в размере 4 % работнику 1 профессий, повышенный размер оплаты труда в размере 5 % работникам 19 профессий, а также повышенный размер оплаты труда в размере 8 % работники 5 профессий.

В соответствии со *Списком* право на дополнительный оплачиваемый ежегодный трудовой отпуск до 6 календарных дней имеют работники 13 профессий, до 12 календарных дней работники 2 профессий. Сокращенная продолжительность рабочего времени не предусмотрена.

По предлагаемой методике работникам 9 профессий вышеуказанные гарантии не устанавливаются, так как работники данной категории по результатам оценки профессионального риска относятся к 1-ой степени риска (*допустимый риск*). Работникам 27 профессий полагаются дополнительный оплачиваемый ежегодный трудовой отпуск не менее 6 календарных дней и повышенный размер оплаты труда в размере не менее 4 %. К среднему риску (*3-степень риска*) условий труда относятся 2 профессии основного блока, в соответствии с чем работникам данной категории устанавливается дополнительный отпуск не менее 12 календарных дней и повышенный размер оплаты труда не менее 8 %.

В вспомогательных подразделениях заняты работники 52 профессий, из которых на предприятии фактически установлено дополнительный отпуск в количестве 6 календарных дней работникам 23 профессий, повышенный размер оплаты труда в размере 5 % работникам 30 профессий, а также повышенный размер оплаты труда в размере 8 % работники 13 профессий.

По Списку право на дополнительный оплачиваемый ежегодный трудовой отпуск до 6 календарных дней имеют работники 15 профессий, до 12 календарных дней работнику 1 профессий. Сокращенная продолжительность рабочего времени не предусмотрена.

По предлагаемой методике работникам 4 профессий не полагаются какие-либо гарантии, так как подвержены допустимому риску (*1 степень риска*). Работникам 45 профессий полагается не менее 6 календарных

дней дополнительного оплачиваемого ежегодного трудового отпуска и повышенный размер оплаты труда в размере не менее 4 %, в связи с отнесением профессий работников ко 2-ой степени риска. Также, по результатам расчетов были обнаружены профессии, которые отнесены к 3 степени риска, всего их 3 (*слесарь по ремонту подвижного состава, электрогазосварщик (подсобно-заготовительный цех), машинист котельной установки*). Согласно методике профессиям, полагается не менее 12 календарных дней дополнительного отпуска и 8 % повышенного размера оплаты труда.

Результаты установления дополнительного оплачиваемого ежегодного трудового отпуска по механизмам предоставления гарантий в разрезе подразделений (*административно-управленческое подразделение, основные производственные подразделения, вспомогательные подразделения*) представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Установление дополнительного оплачиваемого ежегодного трудового отпуска

Подразделения	Механизмы предоставления дополнительного оплачиваемого ежегодного трудового отпуска		
	Действующий механизм	По Списку	По предлагаемой методике
<i>Административно-управленческое подразделение</i>	-	-	<i>Не менее 6 дней – работнику 1 профессий</i>
<i>Основные производственные подразделения</i>	<i>6 дней – работникам 13 профессий</i>	<i>6 дней – работникам 13 профессий 12 дней – работникам 2 профессий</i>	<i>Не менее 6 дней – работникам 27 профессий Не менее 12 дней – работникам 2 профессий</i>
<i>Вспомогательные подразделения</i>	<i>6 дней – работникам 23 профессии</i>	<i>До 6 дней – работникам 15 профессии До 12 дней – работнику 1 профессия</i>	<i>6 дней – работникам 45 профессий 12 дней – работникам 3 профессий</i>
<i>По предприятию</i>	<i>36</i>	<i>31</i>	<i>78</i>

По данным в таблице, видно, что фактически дополнительный отпуск на предприятии работникам предоставляется аналогично Списку. По результатам оценки профессиональных рисков, на рабочих местах были выявлены риски, что предлагаемая методика дни дополнительного отпуска полагаются 2 раза больше чем фактически, работники предприятия подвергаются определенным рискам, но не получают соответствующую компенсацию за условия труда. Как уже отмечалось выше, Список не имеет связи с условиями труда.

Результаты установления повышенного размера оплаты труда по механизмам предоставления гарантий в разрезе подразделений представлены в таблице 2.

Таблица 2

Подразделения	Механизмы предоставления дополнительного оплачиваемого ежегодного трудового отпуска	
	Действующий механизм	По предлагаемой методике
Административно-управленческое подразделение	-	Не менее 4% – работнику 1 профессий
Основные производственные подразделения	4% – работнику 1 профессий; 5% – работникам 19 профессий; 8% – работникам 5 профессии	Не менее 4% – работникам 27 профессий; Не менее 8% – работникам 2 профессий
Вспомогательные подразделения	5% – работникам 30 профессий; 8% – работникам 13 профессий	Не менее 4% – работникам 45 профессий; Не менее 8% – работникам 3 профессий
По предприятию	68	78

Действующий механизм предоставления повышенного размера оплаты труда имеет схожесть с предлагаемой методикой по установлению гарантий работникам.

Таким образом, согласно методике установлены (рисунок 1):

- для 28 профессий (26 %) 1-степени риска не полагаются гарантии;
- для 73 профессий (69 %) 2-степени риска полагаются гарантии в виде дополнительного ежегодного трудового оплачиваемого отпуска не менее 6 календарных дней и повышенного размера оплаты труда не менее 4 %;
- 5 профессий (5 %) 3-степени риска полагаются гарантии в виде дополнительного ежегодного трудового оплачиваемого отпуска не менее 12 календарных дней и повышенного размера оплаты труда не менее 8 %.

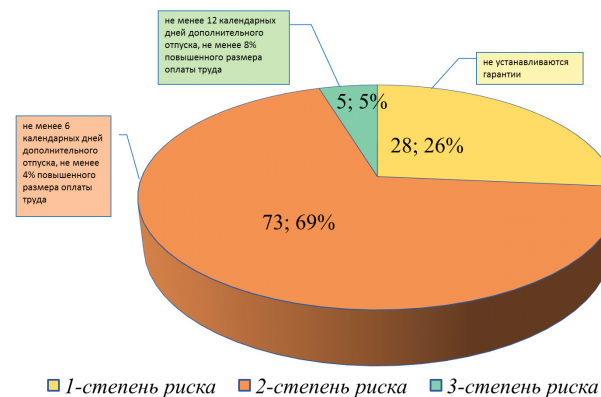


Рисунок 1 – Степень риска на предприятии по результатам оценки профессиональных рисков

Общая интегральная оценка данному предприятию была дана 2. Это связано с тем, что большинство работники заняты в условиях труда, на которых выявлен низкий и средний риск. В процентном соотношении данный показатель составляет 69 % от общего числа количества профессий. Необходимо индивидуально для каждой профессий разработать план мероприятия для снижения степеней с 3 на 2, со 2 на 1, что позволит значительно сократить материальные расходы предприятия и приведут к значительной экономии. Материальные средства, сэкономленные в результате мероприятия снижения рисков, предприятие может направить на улучшение условия труда, снабжение рабочих мест модернизированным оборудованием, автоматизации трудового процесса и т.д.

На основании вышеизложенного, выявленная степень риска безопасности производственного оборудования по данным профессиям требует проведения мер по снижению степени риска, такие как модернизация производственного оборудования, усовершенствование технологического процесса, разработка и установка дополнительных средств защиты (кожухи, щиты, козырьки и т.д.), проведение ежедневного инструктажа перед началом рабочей смены, усиление контроля за исполнением рабочего процесса работником предприятия, использование сертифицированных и качественных СИЗ.

Такие профессии основных подразделений как слесари по ремонту подвижного состава, токари, фрезеровщики, электромонтеры по ремонту оборудования, машинисты котельной установки имеют наиболее высокую степень риска, что в свою очередь подразумевает под собой необходимость

разработки корректирующих и регулирующих мероприятий для снижения и недопущения увеличения степени риска на предприятии – это: разработка инструктажей, проведение обучающих семинаров, реконструкция и модернизация производственного оборудования, технологических линий, обеспечение сертифицированными средствами индивидуальной защиты.

ВЫВОДЫ

В целом использование всей системы оценки профессиональных рисков и методики предоставления гарантии являются комплексной мерой в системе управления охраной труда на предприятии. Оценка позволяет выявить основные риски на рабочих местах, а методика по гарантиям позволяет установить гарантии индивидуально по профессиям, в независимости есть ли перечень данных профессии в Списке.

Применение методики будет содействовать улучшению условий труда ввиду установления степени профессионального риска, в качестве основы при предоставлении гарантий, в том числе с учетом оценки степени риска производственной среды и трудового процесса, риска заболеваемости, риска у травмоопасности трудового процесса, безопасности производственного оборудования и обеспеченности средствами индивидуальной защиты.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Закон Республики Казахстан от 20 октября 2014 года № 243-V ЗРК «О ратификации Конвенции об основах, содействующих безопасности и гигиене труда (Конвенция 187)».

2 Трудовой Кодекс РК от 23 ноября 2015 года № 414-V ЗРК.

3 Приказ МЗСР РК № 1053 от 28 декабря 2015 года. Информационно-правовая система нормативных правовых актов РК «Әділет». [Электронный ресурс]. – URL: <http://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500012731>

4 **Абикенова, Ш. К., Айткенова, Г. Т., Муканова, Д. Б., Грибенко, Л. А.** «Установление видов и объема гарантий работникам, занятым на тяжелых работах, работах с вредными и опасными условиями труда в зависимости от степени профессионального риска // Вестник ВКГТУ имени Д. Серикбаева, 2017. – С. 115–118.

5 **Бисакаев, С. Г., Абикенова, Ш. К., Есбенбетова, Ж. Х.** Методические рекомендации по внедрению системы управления профессиональными рискам на предприятии / Бисакаев С. Г., Абикенова Ш. К., Есбенбетова Ж. Х. – Астана : РГКП «РНИИОТ МТЗСН РК», Астана, 2017. – С. 58.

6 НК РК 03-2007 «Общий классификатор видов экономической деятельности».

Материал поступил в редакцию 01.06.18.

Г. Т. Айткенова¹, Д. Б. Муканова²

Вагон жөндеу кәсіпорнының жұмыскерлеріне кепілдік беру үшін кәсіптік тәуекелдерді бағалау негізіндегі әдістемені қолданудың тиімділігін талдау

^{1,2}ҚР Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің Еңбекті қорғау Республикалық ғылыми-зерттеу институты, Кәсіби тәуекелдерін зерделеу зертханасы, Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы. Материал 01.06.18 баспаға түсті.

G. T. Aitkenova¹, D. B. Mukanova²

Analysis of efficiency of application of the method based on assessment of professional risks in providing guarantees to workers of the car repair enterprise

^{1,2}Laboratory for the Study of Occupational Risks, Republican Scientific Research Institute for Labor Protection of the Ministry of Labor and Social Protection of Population of the Republic of Kazakhstan, Astana, 010000, Republic of Kazakhstan. Material received on 01.06.18.

Бұл мақалада ауыр жұмыстарда жұмыс істейтін қызметкерлерге, зиянды және (немесе) қауіпті еңбек жағдайында жұмыс істейтін қызметкерлерге вагон жөндеу кәсіпорнының мысалында кепілдіктер беру мәселелері қарастырылады. Кәсіби тәуекелдерді бағалау нәтижелері бойынша кәсіпорын қызметкерлеріне жаңа әдіснама бойынша кепілдіктерді белгілеу туралы есептер келтірілген. Жұмыскерлерге кепілдіктер берудегі кәсіпорындағы жұмыс істеу механизміне және тізімдік тәсілге қарағанда ұсынылған әдіснаманы енгізудің тиімділігін талдау жүргізілді. Жұмыс орнында анықталған тәуекелдерді азайту бойынша түзету шаралары көрсетілген. Жұмыс орнында кәсіби тәуекелдердің төмендеуі материалдық ресурстарды айтарлықтай үнемдеуге әкеледі деген қорытынды жасалынды. Осыған орай, отандық кәсіпорындарда жұмыскерлерге кәсіби тәуекел дәрежесіне байланысты кепілдіктер беру үшін жаңа әдіснаманы қолдану ұсынылады. Алынған нәтижелерді жүзеге асырудың әлеуметтік-экономикалық тиімділігі Қазақстан Республикасының еңбек әлеуетін сақтауда болып табылады.

This article examines the issues of providing guarantees for workers engaged in heavy work, work with harmful and (or) dangerous working conditions on the example of a car repair enterprise. The calculations for the establishment of guarantees for workers of the enterprise are given according to a new method based on the results of the professional risks assessment. Analysis of the effectiveness of the proposed methodology implementation is carried out in comparison with the existing mechanism at the enterprise and a list-based approach in providing guarantees to workers. It is concluded that the reduction of professional risks in the workplace will lead to significant savings in material resources. In this regard, the application of the new method in providing guarantees to employees from the level of professional risk is recommended for use in domestic enterprises. The socio-economic effect from the realization of the results obtained is to preserve the labor potential of the Republic of Kazakhstan.

FTAMP 44.31.31

**С. К. Абильдинова¹, А. Н. Бергузинов²,
А. С. Расмухаметова³**

¹т.ғ.д., доцент, «Өнеркәсіптік жылуэнергетика» кафедрасы, Жылуэнергетика факультеті, Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., 050000, Қазақстан Республикасы;

²PhD докторы, доцент, «Жылуэнергетика» кафедрасы, Энергетика факультеті, С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы;

³докторант, «Өнеркәсіптік жылуэнергетика» кафедрасы, Жылуэнергетика факультеті, Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы қ., 050000, Қазақстан Республикасы

ПОРШЕНДІ СЫҒЫМДАҒЫШЫ БАР ЖЫЛУЛЫҚ СОРҒЫНЫҢ ЖҰМЫС ТИІМДІЛІГІН ТАЛДАУ

Мақалада жылулық сорғылардың жұмыс тиімділігін зерттеу нәтижелері көрсетілген. Ауа-ауа типте жұмыс істейтін, электрондық микропроцессорлық қондырғылар көмегімен компрессор білігінің айналу жылдамдығының өзгерісіне негізделген жылулық сорғылар жұмысын жетілдіру тәсілдері анықталған. Жылулық сорғының энергия түрлендіру коэффициентінің тиімді мәндеріне сәйкес келетін компрессор жетегіне қажетті айнымалы ток жиілігінің өзгеріс интервалы көрсетілген.

Поршенді сығымдағыш және ондағы болатын құбылыстар жіті зерттелген. Зерттеулердің нәтижесінде поршенді сығымдағыштардың сипаттамаларын дамыту, жақсарту мүмкіндіктері табылған, олар сығымдағыш өнімділігін бірсарында өзгерту, сенімділігін арттыру, шуын азайту, энергосыйымдылығын азайту, салмағы мен құн көрсеткіштерін өзгертіп отыру.

Жылу сорғыларын дамытудың мүмкін болатын жолдарын анықтау үшін оның термодинамикалық циклына талдау жасалған, сонымен қатар, оның құрамына кіретін басқа да бөлек элементтерде жүретін құбылыстар зерттелген.

Кілтті сөздер: жылу сорғысы, сығымдағыш, конденсатор, буландырығыш, жиілік түрлендіргіш, фреондар.

Ірі және шағын жылу электр орталықтарында, қазандықтарда дәстүрлі жылу көздерінің және жылулық сорғы қондырғылары негізінде жұмыс істейтін дәстүрлі емес жылу көздерінің, автономды жүйелердің жұмыстарын біріктіретін аралас жылумен жабдықтау жүйесінің қолданылуы – жылуландыру жүйесі мен жылу көздерін тиімді дамыту жолдарының бірі болып табылады [1, 22 б.].

Жылулық сорғылары – төмен температуралы жылутасығыштан жоғары температуралы жылутасығышқа жылу энергиясын түрлендіруші ретінде қолданылады [2, 34 б.]. Жылу сорғысының сығымдағышы термодинамикалық циклдың жүзеге асуын қамтамасыз етеді және электр энергияның негізгі мөлшерін пайдаланды. Сығымдағыштың жұмысын жақсартпай ЖС-ның тиімділігі мен сенімділігін арттыру мүмкін емес және де экология қауіпсіз фреондарды жұмыстық дене ретінде қолдану мүмкін емес болар еді. Тұтынушыға сығымдығыштың қоршаған ортаға шумен әсер етуін азайту да маңызды.

Қазіргі уақытта сығымдағыш түрінің ең көп тараған түрі поршенді сығымдағыш және ондағы болатын құбылыстар жіті зерттелген. Соңғы жылдардағы зерттеулердің нәтижесінде поршенді сығымдағыштардың сипаттамаларын дамыту, жақсарту мүмкіндіктері табылған, олар сығымдағыш өнімділігін бірсарында өзгерту, сенімділігін арттыру, шуын азайту, энергосыйымдылығын азайту, салмағы мен құн көрсеткіштерін өзгертіп отыру.

Жылу сорғыларын дамытудың мүмкін болатын жолдарын анықтау үшін оның термодинамикалық циклына талдау жасалуда, сонымен қатар, оның құрамына кіретін басқа да бөлек элементтерде жүретін құбылыстар зерттелуде.

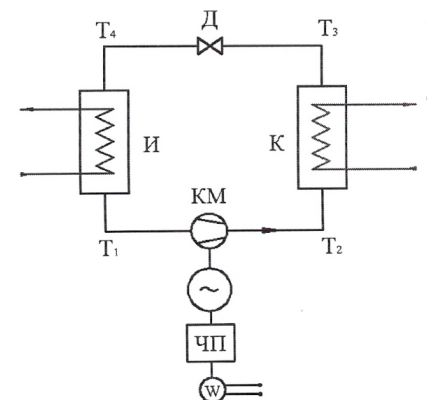
Бусығымдағыштық ЖС-н поршенді сығымдағыштармен эксергетикалық талдау эксергияның үлкен шығыны сығымдағышта екенін көрсетті (қондырғыға берілген эксергияның шамамен 20 %) [3, 68–89 б.].

Сығымдағыш өнімділігін реттеу әдетте сатылы, яғни оларды қайта қайта өшіріп және қосып жүзеге асырылады, бірақ бұл олардың жұмыс жасау мерзімін азайтады және есепсіз ауысу тәртібінде жұмыс жасағандықтан ЖС-ның энергоүнемдеу қасиетін толық қолдануға мүмкіндік бермейді.

Сығымдағыш жұмысы жылусорғы қондырғыларының ЖСҚ жұмыс тәртібіне тәуелді. ЖСҚ өнімділігін реттеу сығымдағыш шығысындағы қысымды азайту арқылы жүзеге асырылады, немесе дроссельдің өту қимасын азайту, не жұмыс денесін қайта шығару арқылы жүзеге асырылады. Сығымдағыш өнімділігін реттеудің қазіргі уақыттағы озық тәсілдерінің бірі электронды микропроцессорлы құрылғының көмегімен біліктің айналу жылдамдығын өзгерту болып табылады [4, 130 б.]. Мұндай реттеу ЖС есептік

тәртіпте пайдалануды қамтамасыз етеді және сығымдағыш қосылуларының санын ең төменгі мәнге дейін азайтады.

Сығымдағыш өнімділігін реттеу үшін жиілікті түрлендіргішті қолданып біз, ауа-ауа типті жылусорғы қондырғысының энергетикалық сипаттамаларына тәжірибелік зерттеулер жасадық. Тәжірибені жасау үшін ЖС-ның поршенді сығымдағышына 2,2 кВт номиналды қуатына есептелген, 0÷650 Гц айнымалы ток жиілігін өлшеу диапазоны бар Siemensmicromaster 420 типті жиілікті түрлендіргіш қосылды және BFM 136 электроэнергия есептегіші орнатылған, 1 суреттегі қағидалық сұлбаға сәйкес.



Сурет 1 – «Ауа-ауа» типті жылу сорғысының қағидалық сұлбасы
 KM–сығымдағыш; ЧП–жиілікті түрлендіргіш; К–конденсат;
 Д–дроссельді вентиль (шұра); И–буландырғыш;
 W–электр қуатының есептегіші.

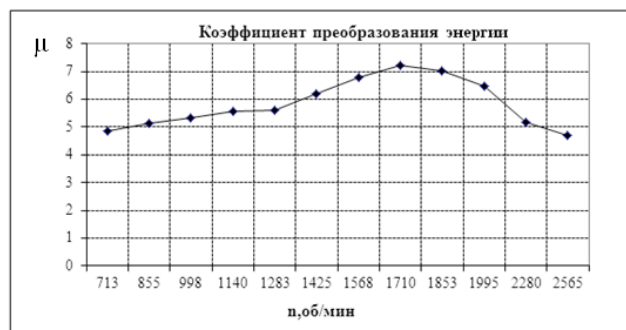
ЖСҚ-дағы айналмалы құбылыстың өлшенген энергетикалық сипаттамалары оның энергетикалық көрсеткіштерін анықтауға көмектесті, олар төмендегі графикте көрсетілген (2, 3, 4-суреттер). Конденсатор мен буландырғыштың жылулық жүктемесін, сонымен қатар, сығымдағыштың айналым санының өзгеруі кезіндегі энергетикалық көрсеткіштерін есептеу [4, 31 б.] – де көрсетілген әдістеме бойынша жүзеге асырылады.

Жылу сорғысының энергетикалық тиімділігі қуаттың түрлену еселенуімен КПЭ сипатталады:

$$\mu = \frac{Q_n}{N_{км}}, \quad (1)$$

Мұндағы: Q_n – жылу сорғысының өндірген жылуы; $N_{км}$ – жылу баламасының қуаты, немесе сығымдағышты әкелуге жұмсалған механикалық энергия.

Зерттеулер нәтижесінде 2-суретте энергияны түрлендіру еселеуішінің ЭТЕ $n=1400 \div 2150$ айн/мин кезінде ЭТЕ тиімді мәнін $\mu = 5,55 \div 7,23$ көрсететін сығымдағыш білегінің айналым санына тәуелділігі көрсетілген.



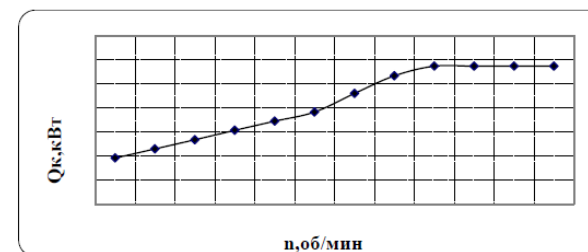
Сурет 2 – Түрлендіру еселеуішінің сығымдағыш айналым санына тәуелділігі

Сығымдағыштың ішкі және электромеханикалық ПӘК-терінің оптималды мәні (3-сурет) сығымдағыш айналым санының өзгеру интервалына $n=1400 \div 2150$ айн/мин сәйкес келеді және $\eta_{эм} = f(n)$ и $\eta_i = f(n)$ тәуелділіктегі қисықтардың қиылысуымен анықталады, ол $\eta_{эм} = \eta_i = 0,95$ мәнге тең.



Сурет 3 – Электромеханикалық және адиабаттық ПӘК-тің сығымдағыштың айналым санына тәуелділігі

Жылу сорғы қондырғысында Q_k, μ, η_T негізгі сипаттамаларының сығымдағыш айналым санына тәуелділігі зерттеліп, оны реттеудің мүмкін болатын аралығы анықталған (50–180%).



Сурет 4 – Конденсатордың жылулық жүктемесінің сығымдағыш айналым санына тәуелділігі

5-суретте ЭТЕ-нің қысымның көтерілу дәрежесіне тәуелділігі көрсетілген. Сығымдағыштағы суық агент (хладагент) қысымының көтерілу дәрежесі төмендегі формуламен анықталады:

$$\pi_k = \frac{P_k}{P_u}, \tag{2}$$

мұндағы,

P_k – суық агент буының сығымдағыштан шығардағы қысымы,

P_u – буландырғыштан шығардағы бу қысымы.

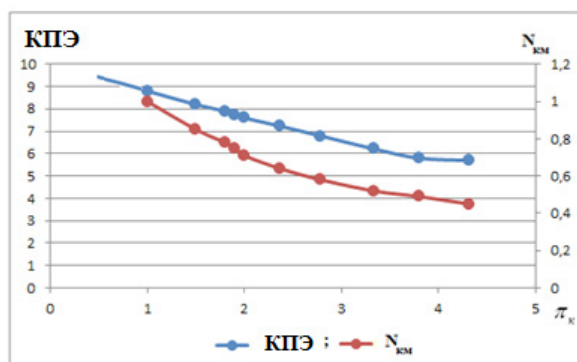
Сығымдағыш суық агентінің сығу дәрежесін 1,3 есе азайту π_k ЭТК энергия түрлендіргіш еселеуішінің 1,6 есе жоғарылауына әкеледі және керісінше оны әкелуге жұмсалатын сығымдағыш электр қуатының азаюына әкеледі. 5-суретте ЭТК-нің π_k қысымның көтерілу дәрежесіне тәуелділігі көрсетілген.

Энергияны түрлендіру коэффициентінің сығымдағыштың сығу дәрежесіне тәуелділігі 5-суретте көрсетілгендей квадрат функциямен жуықтайды.

$$\mu = 6,83\pi_k^2 - 34,05\pi_k + 46,94. \tag{3}$$

Бұл, сараптама нәтижелерін MSEXEL қосымшасының көмегімен өңделіп шығарылған, нүктелік диаграммалар. Аз квадраттар тәсілімен ЖС ЭТК-сының π_k қысымның жоғарылау дәрежесіне тәуелділігін зерттеу нәтижелерін өңдеу регрессия теңдеу коэффициентін есептеу шығаруға көмектесті (3). Экперименталды нәтижелерді квадратты функциялар (3)

түріне жуықтату сапалы және зерттеліп отырған тәуелділікті орта есеппен 1,25 % дәлсіздікпен шығарады.



Сурет 5 – ЖС энергия түрлендіру коэффициентінің және сығымдағыш әкелуінің электр қуатының жұмыс затының буды сығу дәрежесіне тәуелділігі

Ұсынылаған тәсіл ЖС негізгі сипаттамаларының сығымдағыш айналым санына эксперименталды тәуелділігін анықтауға және оны реттеудің мүмкін болатын аралығын (50–180 %) анықтауға мүмкіндік береді. Алынған нәтижелер сапалы реттеу жүйесі бар ЖСҚ жобалауға мүмкіндік береді және қуат пен температуралық тәртіпті терең өзгертуді қамтамасыз етеді.

ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 Мукажанов, В. Н., Абильдинова, С. К., Васильченко, Л. Ю. О перспективах применения тепловых насосов в рамках программы эффективного использования альтернативных источников энергии и возобновляемых ресурсов Республики Казахстан // Вестник АИЭС. – 2008. – № 3. – С. 21–25.

2 Трубаев, П. А., Гришко, Б. М. Тепловые насосы. – Белгород : Изд-во БГТУ им.В. Г. Шухова, 2009. – 142 с.

3 Бродянский, В. М., Фратшер, В., Михалек, К. Эксергетический метод и его приложения. – М. : Энергоатомиздат, 1988. – 288 с.

4 Барский, И. А., Антипов, Ю. А., Шаталов, И. К., Терехов, Д. В. Показатели поршневого компрессора теплового насоса на частичных режимах // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2011. – № 1. – С. 31–33.

Материал 01.06.18 баспаға түсті.

С. К. Абильдинова¹, А. Н. Бергузинов², А. С. Расмухаметова³

Анализ эффективности работы теплового насоса с поршневым компрессором

^{1,3}Теплоэнергетический факультет,
Алматинский университет энергетики и связи,
г. Алматы, 050000, Республика Казахстан;

²Энергетический факультет,
Павлодарский государственный университет
имени С. Торайгырова,
г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан.
Материал поступил в редакцию 01.06.18.

S. K. Abildinova¹, A. N. Berguzinov², A. S. Rasmukhametova³

Analysis of efficiency of work of thermal pump with piston compressor

^{1,3}Heat Power Engineering Faculty,
Almaty University of Power Engineering and Telecommunication,
Almaty, 050000, Republic of Kazakhstan;

²Faculty of Energy Engineering,
S. Toraighyrov Pavlodar State University,
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.
Material received on 01.06.18.

В статье рассмотрены результаты исследования эффективности работы тепловых насосов. Были определены методы усовершенствования работы тепловых насосов, основанные на изменении скорости вращения компрессорного вала с помощью электронных микропроцессорных установок, работающих по типу воздух-воздух. Рассмотрен интервал изменений необходимой для компрессорного привода интенсивности переменного тока, соответствующий рациональным значениям коэффициента преобразования энергии теплового насоса.

В результате исследований были найдены возможности улучшить и развить характеристики поршневых нагнетателей, что позволило значительно изменять производительность нагнетателя, увеличить надежность, уменьшить показатели шума, энергоемкости, веса и стоимости.

Для определения путей возможного развития тепловых насосов проведен анализ термодинамического цикла, а также исследовались

другие явления входящие в его состав и проходящие в отдельных элементах.

In the article the results of the research of heat pumps work efficiency are considered. Methods for improving the operation of heat pumps based on varying the rotational speed of the compressor shaft by means of electronic microprocessor plants operating in the air-to-air type have been determined. The interval of changes in the intensity of the alternating current necessary for the compressor drive, corresponding to the rational values of the energy conversion factor of the heat pump, is considered.

As a result of the research, it was possible to improve and develop the characteristics of reciprocating superchargers, which significantly changed the performance of the supercharger, increased reliability, and reduced noise, energy intensity, weight and cost.

To determine the possible development of heat pumps, an analysis of the thermodynamic cycle was carried out, as well as other phenomena entering into its composition and passing through the individual elements.

ГРНТИ 44.29.37

Т. Б. Акимжанов

доктор PhD, Энергетический факультет, Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, 010011, Республика Казахстан
e-mail: takimzhanov@mail.ru

**ЭНЕРГОАУДИТ ПРЕДПРИЯТИЙ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ: ОЦЕНКА
ПОТЕНЦИАЛА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ
В СЕТЯХ С ДВУСТОРОННИМ ПИТАНИЕМ**

В настоящей статье автор представляет описание методики проведения энергетического аудита электрической сети с двусторонним питанием на примере конкретного предприятия. Описываемые этапы соответствуют Правилам проведения энергоаудита Республики Казахстан. В работе использовались современные анализаторы качества и количества электроэнергии, компьютерное моделирование.

Ключевые слова: энергоаудит, электрические сети с двусторонним питанием, энергосберегающие мероприятия, потери электроэнергии, реактивная мощность.

ВВЕДЕНИЕ

Большая территория Республики Казахстан и низкая плотность населения страны обуславливают такие особенности электроэнергетической системы, как большая протяженность линий электропередачи электрических сетей, их низкая загрузка, существенные перетоки реактивной мощности по ним, что в свою очередь создает высокий уровень потерь электроэнергии в них. Так, общий уровень потерь электроэнергии в Казахстане оценивается в 12 %, в зависимости от класса напряжения они составляют от 5 до 20 % от отпущенной в сеть электроэнергии. Например, в Кызылординской РЭК, Кокшетауэнерго, ТАТЭК потери составляли 18–19 % [1].

Согласно Закону РК об Энергосбережении и повышении энергоэффективности все предприятия, входящие в Государственный энергетический реестр, в т.ч. и предприятия электрических сетей подлежат обязательному энергоаудиту [2].

Приказом Министра по инвестициям и развитию (МИР) РК утверждены Правила проведения энергоаудита. В данных Правилах, главным образом,

представлены структура Заключений (отчетов) по результатам энергоаудита, а вопросы методики проведения энергоаудита по конкретным видам предприятий оставлены на усмотрение энергоаудиторской компании [3].

Что касается утвержденных Приказом МИР РК учебных программ и планов в области энергосбережения и повышения энергоэффективности, то следует отметить, что относительно электрических сетей их содержанием предусмотрены только методы расчета нормативов технологических потерь. Указанное мероприятие выполняется предприятиями электрических сетей самостоятельно для такой внешнеэкономической задачи, как защита тарифов. В учебных программах не предусмотрены мероприятия по оценке потенциала энергосбережения и разработке энергосберегающих мероприятий в электрических сетях. Данное обстоятельство делает актуальным вопросы практики энергоаудита электроэнергетических систем [4, 5].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Согласно Правилам проведения энергоаудита Республики Казахстан, энергоаудит организации предусматривает четыре этапа, которые для электрических сетей будут следующими:

1) Подготовительный. Относительно участка электрической сети с двусторонним питанием данный этап состоит в сборе необходимой информации об электрической сети (системные и режимные параметры), согласовании программы инструментальных измерений: узлы, продолжительность, последовательность и маршрут.

2) Измерительный (испытательный). На данном этапе производятся инструментальные измерения режимов обследуемой электрической сети с использованием поверенных в соответствии с Законом Республики Казахстан от 7 июня 2000 года «Об обеспечении единства измерений» информационно-измерительных комплексов и технических средств. В случае согласования с руководством предприятия, могут использоваться данные контрольных замеров, проводимых персоналом предприятия дважды в год с использованием штатных приборов [6].

3) Аналитический. На данном этапе производится компьютерное моделирование обследуемой электрической сети в программах расчета установившихся режимов. Данный этап может быть реализован с применением таких программ, как ДАКАР, Растр и т.п. В результате определяется фактический уровень энергоэффективности обследуемой электрической сети [7, 8].

4) Заключительный. На данном этапе эмпирическим путем на компьютерной модели производится определение мест рационального размыкания электрической сети с двусторонним питанием, т.е.

даются рекомендации по снижению потерь, определяется потенциал энергосбережения [9–11].

В качестве примера ниже приведено описание энергетического аудита электрической сети 110 кВ транзита п/ст «Селенгинский ЦКК» – п/ст «Татаурово» филиала МРСК Сибири – АО «Бурятэнерго».

Этап 1. Схема замещения с указанием системных параметров подлежащей энергетическому аудиту электрической сети приведена на рисунке 1. В схеме 44 узла и 43 ветви. Из 8 трансформаторов сети 5 находятся под нагрузкой (более подробно этапы 2–3). Все линии выполнены проводом АС-120, общая протяженность линий равна 47,25 км.

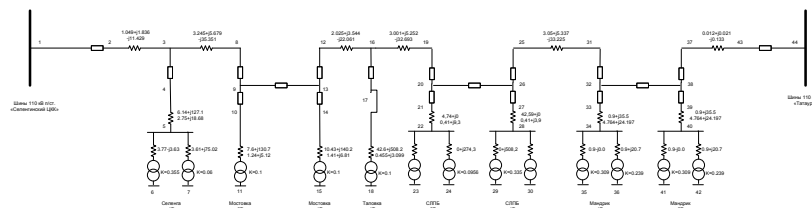


Рисунок 1 – Схема замещения электрической сети транзита п/ст «Селенгинский ЦКК» – п/ст «Татаурово»

Этап 2. Для проведения измерений использовался анализатор качества и количества электроэнергии серии AR.5. Анализаторы серии AR.5 являются программируемыми приборами, которые измеряют, вычисляют и сохраняют в памяти основные параметры трехфазных электрических сетей. На рисунке 2 представлен внешний вид анализатора AR.5.

Перед подключением прибора, на жидкокристаллическом дисплее через систему разворачивающихся меню выполняются установки, которые обеспечивают удобную для пользователя конфигурацию.

Соединение с прибором AR.5 при получении измерений, используемых в данной работе, производилось по схеме, представленной на рисунке 3, в скобках указана программа схемы.

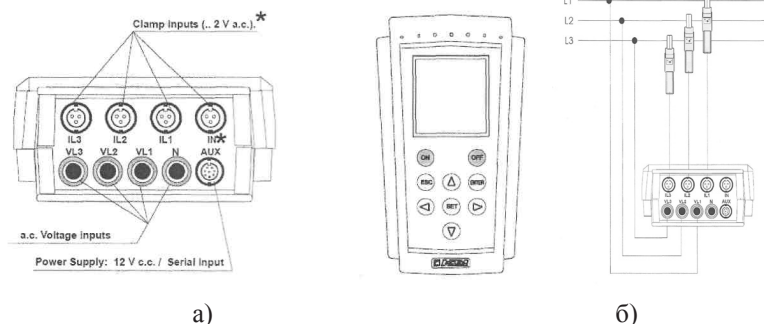


Рисунок 2 – Анализатор AR.5: а) интерфейс и внешний вид; б) Схема соединения системы 3 фазы-3 провода (SET → SETUP → MEASURE → WIRING → 3Ф 3WIRES)

В комплекте с анализатором AR.5 поставляется программа Power Vision, позволяющая извлекать данные от анализатора, сохранять их на жестком диске ПК, а затем рассматривать их на компьютере в простой и удобной форме, рисунки 4–6.

Инструментальное энергетическое обследование на подстанциях транзита п/ст «Селенгинский ЦКК» – п/ст «Татаурово» проведено Региональным научно-техническим центром ресурсосбережения НИ ТПУ в соответствии с графиком, представленным в таблице 1.

Таблица 1 – График проведения работ на подстанциях транзита п/ст «Селенгинский ЦКК» – п/ст «Татаурово»

№	Наименование подстанций	Дата измерений	Объекты измерений
1	Селенгинская	26-27 августа 2010	1Т
2	Мостовка	27-30 августа 2010	1Т, МС-166
3	Таловка	01-02 сентября 2010	1Т
3	СЛПБ	27-28 сентября 2010	2Т
4	Мандрик	29-30 сентября 2010	1Т

- В ходе обследования проведены измерения:
- напряжений на шинах 6–10 кВ, 35 кВ, 110 кВ;
 - токов присоединений (линий электропередачи, трансформаторов, перетоков по секционному выключателям);
 - активных мощностей присоединений;
 - реактивных мощностей присоединений;
 - коэффициентов мощности;

Кроме того, были измерены: коэффициенты искажения синусоидальности напряжений и токов, коэффициенты высших гармонических составляющих напряжений и токов и т.п.

Для моделирования режимов исследуемой электрической сети необходимы графики суточного изменения активных и реактивных мощностей в присоединениях. В качестве примера на рисунках 3–4 приведены указанные графики для присоединений подстанции «Мостовка» исследуемой сети.

Из рисунков 3–4 видно, что трехфазная активная мощность на вводе 10 кВ трансформатора 2Т изменяется от минимума – 0,39 МВт до максимума – 0,82 МВт, а трехфазная реактивная мощность имеет индуктивный характер и изменяется от 0,25 МВАр до 0,4 МВАр.

Аналогичные результаты были получены для остальных подстанций электрической сети 110 кВ п/ст «Селенгинский ЦКК» – п/ст «Татаурово». Расчетные нагрузки подстанций расположенных вдоль данного транзита для утреннего максимума приведены в Таблице 2.

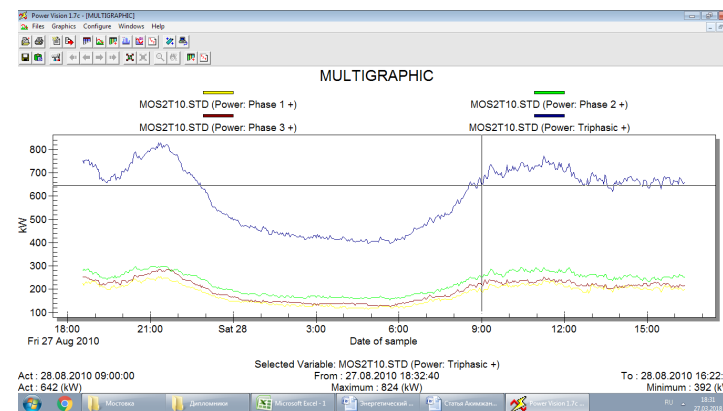


Рисунок 3 – Суточный график изменения суммарной активной мощности трансформатора 2Т на вводе 10 кВ подстанции «Мостовка» (направлена от шин подстанции «Мостовка»)

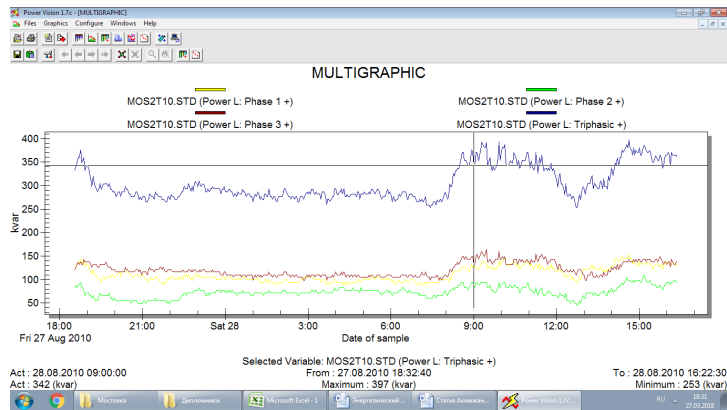


Рисунок 4 – Суточный график изменения суммарной реактивной (индуктивной) мощности трансформатора 2Т подстанции «Мостовка» со стороны 10 кВ (направлена от шин подстанции «Мостовка»)

Таблица 2 – Расчетные нагрузки подстанций 110/35/10 кВ и 110/10 кВ, расположенных вдоль транзита п/ст «Селенгинский ЦКК» – п/ст «Татаурово»

№ п.п.	Наименование подстанции	Диспетчерское наименование трансформатора	Номер узла по расчетной схеме замещения	Номинальное напряжение узла (кВ)	Расчетные нагрузки подстанций для утреннего максимума (09 ч. 00 мин.)	
					P	Q
1	Селенга	1Т	6	35	0,413	0,452
2	Селенга	1Т	7	6	0,154	0,237
3	Мостовка	2Т	11	10	0,642	0,342
4	Таловка	1Т	18	10	2,800	0,800
5	СЛПБ	2Т	24	6	1,268	1,538
6	Мандрик	1Т	35	27	8,100	7,800

Этап 3. После того, как на подготовительном этапе произведен сбор данных о системных параметрах сети и по результатам инструментальных измерений получены данные о режимных параметрах элементов сети, появляется возможность моделирования сети с помощью специализированной промышленной программы ДАКАР. Основные необходимые данные перечислены ниже.

Узлы: номер узлов; состояние узлов; номинальное напряжение в узлах; активные и реактивные мощности нагрузок в узлах.

Ветви: состояние линии (включена/отключена); номер узла начала линии; номер узла конца линии; активное и реактивное сопротивление линии; активная и реактивная проводимости линии; продольный коэффициент трансформации.

Балансирующий узел: количество подсистем при рассчитываемом режиме; напряжения балансирующих узлов.

Работа с ДАКАР начинается с ее запуска из корневой папки, расположенной в локальном диске компьютера. Главное окно программы выглядит как на рисунке 5.

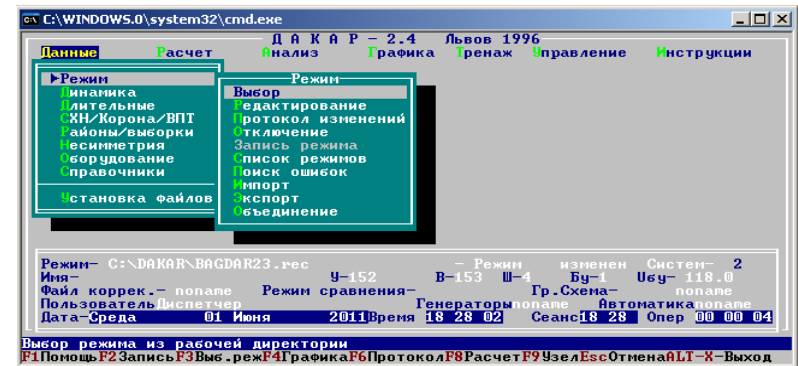


Рисунок 5 – Главное окно программы ДАКАР

Окно ввода и редактирования параметров узлов показано на рисунке 6, а окно ввода и редактирования параметров ветвей – на рисунке 7.



Рисунок 6 – Окно редактирования узлов электрической сети

После того, как все данные введены, нужно вернуться в основное окно и нажатием функциональной клавиши «F8» произвести расчет режима. Для вывода протокола результата расчета необходимо нажать клавишу «F9».



Рисунок 7 – Схема ветвей электрической сети

В протоколе результатов расчета режима отображается вся необходимая информация для оценки энергоэффективности сети, т.е. величина активной мощности потерь и уровни напряжений.

Этап 4. Снижение потерь в электрической сети 110 кВ «Селенгинский ЦКК» – п/ст «Татаурово» в силу особенностей режимов (линия с двусторонним питанием, направление потоков реактивной мощности совпадает с направлением потоков активной мощности, возможность возникновения уравнительных потоков при разности напряжений источников питания по величине и по фазе) возможно путем рационального размыкания сети и обеспечения принудительного потокораспределения создающего пониженный уровень потерь в сети.

На основе компьютерной модели произведены опыты по размыканию электрической сети 110 кВ транзита п/ст «Селенгинский ЦКК» – п/ст «Татаурово» на подстанциях «Мостовка», «СЛПБ», «Мандрик». В таблице 3 приведена сравнительная оценка эффекта от мероприятий по снижению потерь.

Из таблицы 3 видно, что наиболее эффективным с точки зрения потерь в сети является размыкание сети на подстанциях «Мостовка», позволяющее снизить потери в сети на 21 % по сравнению с режимом двустороннего питания.

Таблица 3 – Сравнительная оценка мероприятий по снижению потерь в электрической сети 110 кВ транзита п/ст «Селенгинский ЦКК» – п/ст «Татаурово»

№ п/п	Мероприятие по снижению потерь	ΔP_1 , МВт	ΔP_2 , МВт	Всего потерь, МВт	Примечание
1	Режим замкнутой сети	-	-	0,221	
2	Размыкание сети на п/ст «Мостовка»	0,059	0,116	0,175	В работе трансформатор 2Т подстанции «Мандрик»
3	Размыкание сети на п/ст, «СЛПБ»	0,1	0,081	0,181	В работе трансформатор 2Т подстанции «Мандрик»
4	Размыкание сети на п/ст «Мандрик»	0,286	0	0,286	В работе трансформатор 1Т подстанции «Мандрик»
5	Размыкание сети на п/ст «Мандрик»	0,098	0,081	0,179	В работе трансформатор 2Т подстанции «Мандрик»

Таблица 4 – Потери мощности и энергии в сети 110 кВ транзита п/ст «Селенгинский ЦКК» – п/ст «Татаурово» при исходных нагрузках и при размыкании сети на п/ст «Мостовка»

Единица измерения	Потери сети при исходных нагрузках	Потери в сети при размыкании сети на п/ст «Мостовка»	Экономия
МВт	0,221	0,175	0,046
тыс. кВт*ч при $\tau=2500$ ч	552,5	437,5	115
Т.у.т.	67,958	53,813	14,145

Путем рационального размыкания сети 110 кВ подстанций транзита п/ст «Селенгинский ЦКК» – п/ст «Татаурово» мощность активных потерь можно снизить с 0,221 МВт до 0,175 МВт, т.е. на 0,046 МВт. Если принять время максимальных потерь в год равным $\tau=2500$, то годовая экономия электроэнергии составит 115 тыс. кВт.ч, или 14,145 тонн условного топлива [9, 12].

ВЫВОДЫ

1 Предложена пошаговая, соответствующая этапам казахстанских правил проведения энергоаудита, методика по энергетическому аудиту электрических сетей с двусторонним питанием с применением современных анализаторов качества и количества электроэнергии и программ расчета установившихся режимов.

2 Состоятельность предложенной методики энергоаудита электрических сетей с двусторонним питанием продемонстрирована на конкретном примере. На основе анализа реактивных мощностей и выполненных расчетов разработаны мероприятия по совершенствованию режимов электрической сети, которые включают управление реактивной мощностью путем размыкания электрической сети и доведение коэффициента реактивной мощности до нормативного значения. Выявленный потенциал энергосбережения при этом составил 21% от фактического уровня потерь.

3 Энергетический аудит предприятий электрических сетей является предметом, который необходимо включить в учебную программу по повышению квалификации кадров по направлению «Энергоаудит».

Автор выражает благодарность коллективу НИ ТПУ за предоставленные данные инструментальных измерений режимов объекта исследования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Садовская, А.** Аспекты снижения потерь электроэнергии в электрических сетях. Энергетика, № 4(55) декабрь 2015, – С. 18–21.

2 Закон Республики Казахстан об Энергосбережении и повышении энергоэффективности от 14.01.2015 г.

3 Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 31.03.2015 г. № 400 «Об утверждении Правил проведения энергоаудита».

4 Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 31 марта 2015 года № 404 «Об утверждении учебных программ и планов в области энергосбережения и повышения энергоэффективности».

5 Закон Республики Казахстан от 09 июня 1998 года № 272 «О естественных монополиях и регулируемых рынках».

6 Закон Республики Казахстан от 7 июня 2000 года «Об обеспечении единства измерений».

7 Комплекс программы для расчета и нормирования потерь электроэнергии, расчета допустимого, фактического небаланса и количества неучтенной электроэнергии в электрических сетях 0,38–220 кВ // [Официальный сайт ООО «Энергоэкспертсервис»]. URL: <http://www.rtp3.ru/products.htm> (дата обращения: 10.10.2012).

8 <http://www.rastrwin.ru>.

9 **Железко, Ю. С., Артемьев, А. В., Бирюков, Р. П.** Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях: Руководство для практических расчетов. – М. : Изд-во НЦ ЭНАС, 2004. – 280 с.

10 **Железко, Ю. С.** Выбор мероприятий по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях: Руководство для практических расчетов. – М. : Энергоатомиздат, 1989. – 176 с.

11 РД 34.09.254 «Инструкция по снижению технологического расхода электрической энергии на передачу по электрическим сетям энергосистем и энергообъединений».

12 Приказ Председателя Комитета по государственному энергетическому надзору от 01 марта 2007 года № 1-П «Методические указания по нормированию расхода топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) объектом энергосбережения».

Материал поступил в редакцию 01.06.18.

Т. Б. Акимжанов

Электр тораптарының энергия аудиті: екі жақты қоректендірілетін тораптардағы энергияны үнемдеу потенциалын бағалау

Энергетикалық факультеті,
С. Сефуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті,
Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы.
Материал 01.06.18 баспаға түсті.

T. B. Akimzhanov

Energy audit of electrical grids: estimation of energy saving potential in dual fed grids

Energy Faculty,
S. Seifullin Kazakh AgroTechnical University,
Astana, 010000, Republic of Kazakhstan.
Material received on 01.06.18.

Осы мақалада автор нақты кәсіпорынның мысалын қолданып, екі жақты электр торабының энергетикалық аудитін жүргізудің әдіснамасын сипаттайды. Көрсетілген кезеңдер Қазақстан Республикасының Энергетикалық аудитін жүргізу Ережелеріне сәйкес жүзеге асырылады. Жұмыста заманауи электр энергиясының сапасы мен саны анализаторлары, компьютерлік модельдеу пайдаланылды.

In this paper the author presents a description of the methodology for realizing an energy audit of a dual fed power grid using the example of a particular enterprise. The stages are described in accordance with the rules for realizing an energy audit of the Republic of Kazakhstan. The work used modern analyzers of quality and quantity of electricity, computer simulation.

ГРНТИ 44.29.37

Т. Б. Акимжанов

доктор PhD, Энергетический факультет, Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, 010011, Республика Казахстан
e-mail: takimzhanov@mail.ru

**ЭНЕРГОАУДИТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ:
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В РАДИАЛЬНЫХ СЕТЯХ
КОМПЕНСАЦИЕЙ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ**

В настоящей статье автор представляет описание методики проведения энергетического аудита радиальной электрической сети на примере конкретного предприятия. Описываемые этапы соответствуют Правилам проведения энергоаудита Республики Казахстан. В работе использовались современные анализаторы качества и количества электроэнергии, компьютерное моделирование.

Ключевые слова: энергоаудит, радиальные электрические сети, потери электроэнергии, компенсация реактивной мощности.

ВВЕДЕНИЕ

Важной составляющей общего комплекса мероприятий по энергоаудиту электрических сетей является снижение потерь электроэнергии в них. Электроэнергия является единственным видом продукции, транспортировка которой осуществляется за счет расхода определенной части самой продукции. Поскольку потери электроэнергии при ее передаче неизбежны, задача состоит в определении их оптимального уровня [1].

Целью работы является снижение потерь активной мощности и электроэнергии в радиальной сети 110/35/10 кВ и улучшение качества напряжения за счет управления реактивной мощностью при энергетическом аудите предприятия.

Первая задача возникает при необходимости добиваться допустимого режима напряжения с помощью ограниченной мощности компенсирующих устройств, вторая – при отыскании условий наиболее экономичной работы сетей. При решении второй задачи допустимый режим напряжения в узлах питающей сети практически всегда соблюдается, поэтому в дальнейшем для этих сетей рассматриваются только способы решения второй задачи [2].

Для достижения поставленной цели необходимо обеспечить балансы реактивной мощности. Балансы реактивной мощности подстанций

электрической сети 110/35/10 кВ складываются из расходной части, создаваемой нагрузками, приложенными к шинам среднего и низкого напряжения и приходной части, поступающей от шин высокого напряжения.

Важнейшим показателем, характеризующим баланс реактивной мощности является соотношение между потребляемой реактивной мощностью и потребляемой активной мощностью. Данный показатель получил название коэффициента реактивной мощности, или $\cos\varphi = P_H / S_H$. При коэффициенте реактивной мощности 0,92 относительное увеличение потерь активной мощности становится незначительным [2].

Именно поэтому, величина коэффициента реактивной мощности, равная 0,92, и близкие к нему значения приняты в качестве нормативных при регулировании взаимоотношений между энергоснабжающими организациями и потребителями электрической энергии. Дальнейшее уменьшение потерь за счет увеличения $\cos\varphi$ считается нецелесообразным [3].

Рассмотрим пример энергетического обследования согласно казахстанским Правилам проведения энергоаудита [4].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Энергоаудит предприятий электрических сетей имеет два основных направления: тепловую и электрическую. К первой части относятся тепловизионное обследование зданий и сооружений, а ко второй – обследование эффективности транспорта и распределения электроэнергии.

Согласно казахстанским Правилам проведения энергоаудита, обследование проводится в четыре этапа [4]:

1) Подготовительный; 2) Измерительный (испытательный); 3) Аналитический; 4) Заключительный. Ниже представлена реализация данных этапов на примере радиальной сети 110 кВ п/ст «Кабанская» – п/ст «Тимлюй» филиала МРСК Сибири – Бурятэнерго.

Этап I. Подготовительный этап требует сбора исходной информации в виде схемы электрической сети и ее системных параметров. На рисунке 1 представлена схема замещения объекта энергоаудита с указанием ее параметров. На данном этапе планируются инструментальные измерения режимов сети, намечаются узлы и присоединения элементов сети к подключению измерительных приборов.

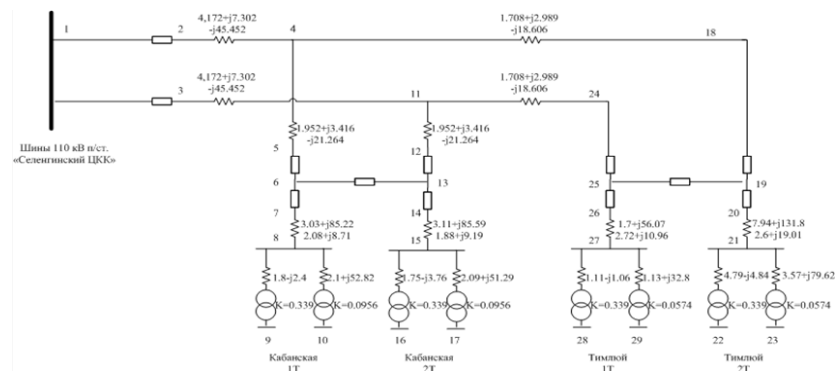


Рисунок 1 – Схема замещения радиальной сети п/ст «Кабанская» – п/ст «Тимлюй»

Этап II. Инструментальная часть энергоаудита предназначена для получения реальной информации о режимах электрической сети. На данном этапе может использоваться любой анализатор количества и качества электроэнергии, внесенный государственный реестр средств измерения. На объекте исследования измерения проводились с использованием портативного прибора испанского производства AR.5, позволяющего производить длительную регистрацию основных параметров режимов сети (напряжения и токи на частотах до 50 гармоника, активные и реактивные мощности, частота и т.д.) и сохранять результаты измерений на компьютере для дальнейшей обработки с помощью поставляемой в комплекте с прибором программного обеспечения «Power Vision». На рисунках 2–13 представлены суточные графики активных и реактивных мощностей нагрузок в узлах.

Следует отметить, по согласованию с руководством предприятия, для оценки потенциала энергосбережения могут быть использованы результаты контрольных замеров.

Таблица 1 – График проведения измерений

№	Наименование подстанции	Дата измерений	Объекты измерений
1	Кабанская	26-27 августа 2010	2Т
2	Тимлюйская	26-27 августа 2010	1Т

Подстанция «Кабанская» 110/35/10 кВ (2x16 МВА) является распределительной подстанцией.

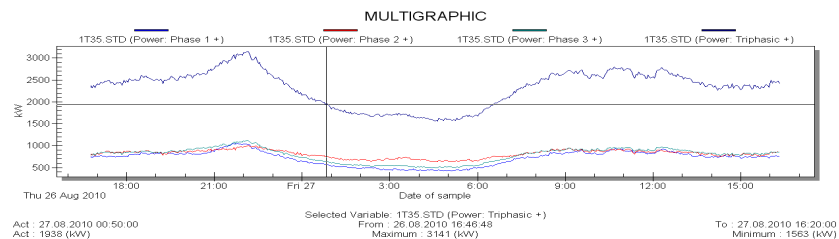


Рисунок 2 – Суточный график изменения суммарной активной мощности трансформатора 1Т на вводе 35 кВ подстанции «Кабанская» (направлена от шин подстанции «Кабанская»)

Трехфазная активная мощность трансформатора 1Т на стороне 35 кВ равна 1,56 МВт – 3,14 МВт.

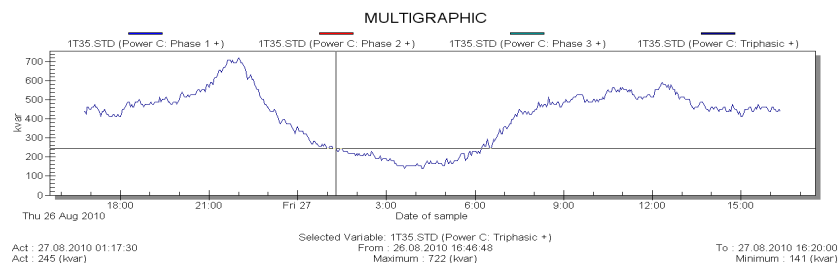


Рисунок 3 – Суточный график изменения суммарной реактивной (индуктивной) мощности трансформатора 1Т подстанции «Кабанская» со стороны 35 кВ (направлена от шин подстанции «Кабанская»)

Трехфазная реактивная мощность имеет индуктивный характер и изменяется от 0,14 МВАр до 0,72 МВАр.

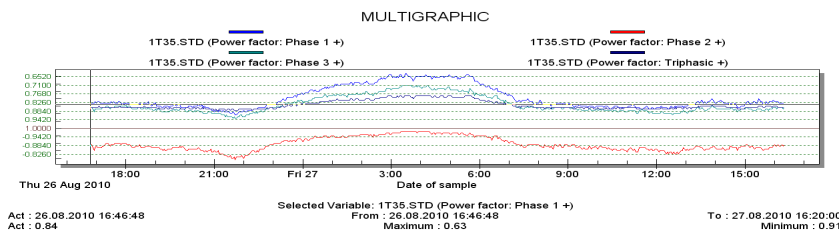


Рисунок 4 – Суточный график изменения коэффициента мощности фаз трансформатора 1Т подстанции «Кабанская» со стороны 35 кВ

Коэффициент мощности трансформатора 1Т изменяется за период наблюдения от 0,63 до 0,91.

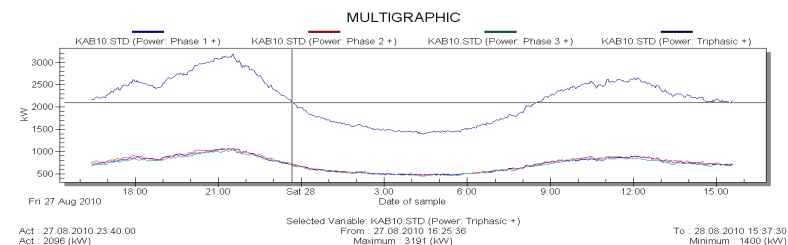


Рисунок 5 – Суточный график изменения суммарной активной мощности трансформатора 1Т на вводе 10 кВ подстанции «Кабанская» (направлена к шинам подстанции «Кабанская»)

Трехфазная активная мощность на вводе 10 кВ изменяется в нормальном суточном графике от 1,4 МВт до 3,2 МВт.

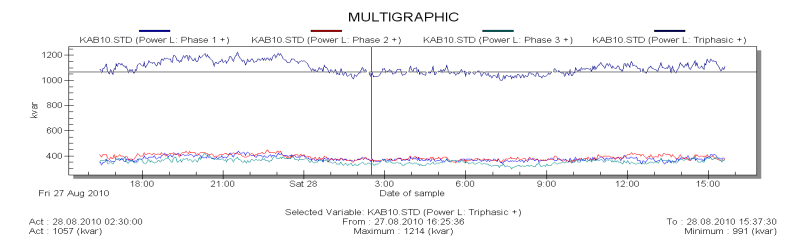


Рисунок 6 – Суточный график изменения суммарной реактивной (индуктивной) мощности трансформатора 1Т подстанции «Кабанская» со стороны 10 кВ (направлена от шин подстанции «Кабанская»)

Трехфазная реактивная мощность на вводе 10 кВ трансформатора 1Т имеет индуктивный характер и изменяется от 0,99 МВАр до 1,21 МВАр.

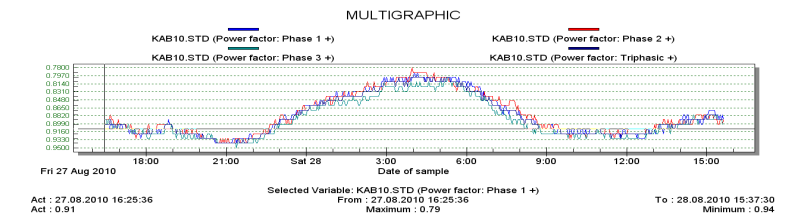


Рисунок 7 – Суточный график изменения коэффициента мощности фаз трансформатора 1Т подстанции «Кабанская» со стороны 10 кВ

Коэффициент мощности изменяется от 0,79 до 0,94.

Подстанция «Тимлюйская» 110/35/10 кВ является распределительной подстанцией.

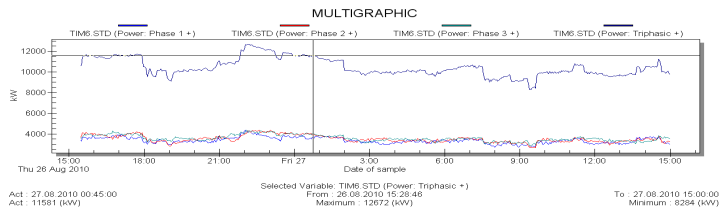


Рисунок 8 – Суточный график изменения суммарной активной мощности трансформатора 1Т на вводе 6 кВ подстанции «Тимлюйская» (направлена от шин подстанции «Тимлюйская»)

Трехфазная активная мощность на вводе 6 кВ трансформатора 1Т изменяется от 8,3 МВт до 12,7 МВт.

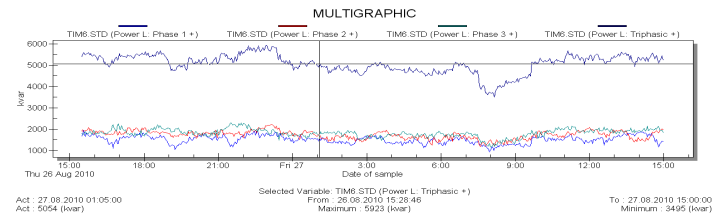


Рисунок 9 – Суточный график изменения суммарной реактивной (индуктивной) мощности трансформатора 1Т подстанции «Тимлюйская» со стороны 6 кВ (направлена от шин подстанции «Тимлюйская»)

Трехфазная реактивная (индуктивная) мощность находится в пределах от 3,5 МВАр до 5,9 МВАр.

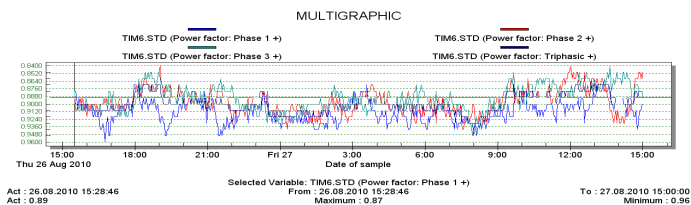


Рисунок 10 – Суточный график изменения коэффициента мощности фаз трансформатора 1Т подстанции «Тимлюйская» со стороны 6 кВ

Коэффициент мощности на вводе 6 кВ трансформатора 1Т находится в пределах от 0,87 до 0,96.

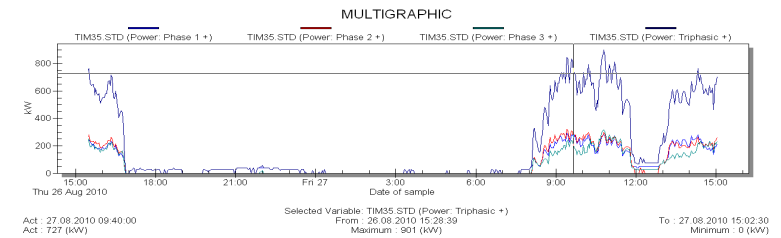


Рисунок 11 – Суточный график изменения суммарной активной мощности трансформатора 1Т на вводе 35 кВ подстанции «Тимлюйская» (направлена от шин подстанции «Тимлюйская»)

Трехфазная активная мощность на вводе 35 кВ достигает 0,9 МВт. В период с 1700 до 800 местного времени нагрузка отсутствует.

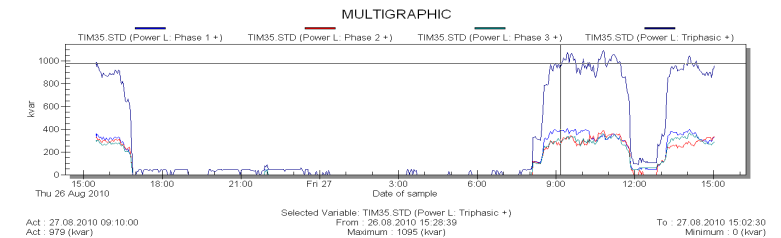


Рисунок 12 – Суточный график изменения суммарной реактивной (индуктивной) мощности трансформатора 1Т подстанции «Тимлюйская» со стороны 35 кВ (направлена от шин подстанции «Тимлюйская»)

Трехфазная реактивная мощность имеет индуктивный характер и достигает 1,09 МВАр.

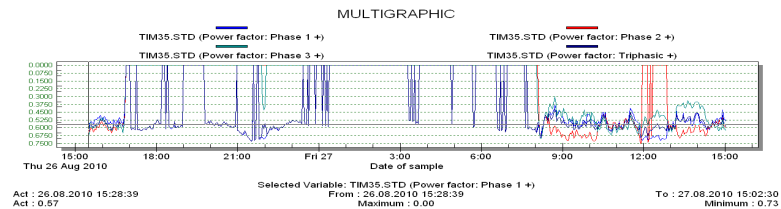


Рисунок 13 – Суточный график изменения коэффициента мощности фаз трансформатора 1Т подстанции «Тимлюйская» со стороны 35 кВ

В период отсутствия нагрузки коэффициент мощности не определен. В остальное время он находится на уровне от 0,52 до 0,73.

Расчетные нагрузки подстанций сети для утреннего максимума приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Расчетные нагрузки подстанций 110/35/10 (6) кВ «Кабанская» и «Тимлюй»

№ п.п.	Наименование подстанции	Диспетчерское наименование трансформатора	Номер узла по расчетной схеме замещения	Номинальное напряжение узла (кВ)	Расчетные нагрузки подстанций для утреннего максимума (09 ч. 00 мин.)		cos φ
					P	Q	
1.	Кабанская	2Т	16	35	2,585	1,034	0,928
2.	Кабанская	2Т	17	10	2,393	1,187	0,896
3.	Тимлюй	1Т	28	35	0,029	0,048	0,517
4.	Тимлюй	1Т	29	6	12,137	5,789	0,903

Этап III. После того, как на подготовительном этапе произведен сбор данных о системных параметрах сети и по результатам инструментальных измерений получены данные о режимных параметрах элементов сети, появляется возможность моделирования сети с помощью специализированной промышленной программы расчета режимов электрических сетей ДАКАР. Режим сети можно моделировать с использованием и других программ расчета установившихся режимов электрических сетей, например [5, 6].

По результатам моделирования рассматриваемой сети, фактические потери мощности в ней в момент утреннего максимума составляли 0,247 МВт.

Этап IV. Снижение потерь в электрической сети в силу особенностей режимов (направление потоков реактивной мощности совпадает с направлением потоков активной мощности) возможно путем доведения коэффициента реактивной мощности нагрузок до нормативных значений.

В таблице 3 приведен расчет необходимых мощностей компенсирующих устройств на подстанциях «Кабанская» и «Тимлюй» (по формуле $Q_{KV} = (tg\varphi - 0,42) \cdot P$), а в таблице 4 представлены сравнительные результаты расчета потерь в сети при исходных нагрузках и при доведении коэффициента реактивной мощности до нормативного – 0,92 [3].

Таблица 2 – Расчет необходимых мощностей компенсирующих устройств на подстанциях «Кабанская» и «Тимлюй»

№ п.п.	Наименование подстанции	Диспетчерское наименование трансформатора	Номер узла по расчетной схеме замещения	P, МВт	tg φ – 0,42	Q _{кв} МВАр
1	Кабанская	1Т	9	0,000	0,000	0,000
2	Кабанская	1Т	10	0,000	0,000	0,000
3	Кабанская	2Т	16	2,585	0,000	0,000
4	Кабанская	2Т	17	2,393	0,096	0,230
5	Тимлюй	1Т	28	0,029	1,255	0,036
6	Тимлюй	1Т	29	12,137	0,077	0,935
7	Тимлюй	2Т	22	0,000	0,000	0,000
8	Тимлюй	2Т	23	0,000	0,000	0,000
9	ИТОГО:					1,201

Суммарная необходимая мощность батарей компенсаторов равняется 1,201 МВАр.

Таблица 3 – Потери сети «Кабанская» и «Тимлюй» при исходных нагрузках и при cosφ=0,92

Единица измерения	Потери сети при исходных нагрузках	Потери в сети при cosφ=0,92	Экономия
МВт	0,247	0,237	0,01
тыс. кВт*ч при τ= 2500 ч	617,5	592,5	25
Т.у.т.	75,952	72,877	3,075

Относительное снижение потерь активной мощности от установки в сети 10–6 кВ – 0,4 кВ указанной мощности компенсирующих устройств при максимальных нагрузках оценивается в 0,01 МВт, или при значении времени потерь τ= 2500 ч 25 тыс.кВт*ч/год, или 3,075 тонн условного топлива [7, 8].

ВЫВОДЫ

1 Предложена пошаговая, соответствующая этапам казахстанских правил проведения энергоаудита, методика по энергетическому аудиту электрических сетей радиального исполнения с применением современных анализаторов качества и количества электроэнергии и программ расчета установившихся режимов.

2 Состоятельность предложенной методики энергоаудита электрических сетей радиального исполнения продемонстрирована на конкретном примере. На основе анализа реактивных мощностей и выполненных расчетов разработаны мероприятия по совершенствованию режимов электрической

сети, которые включают управление реактивной мощностью путем доведение коэффициента реактивной мощности до нормативного значения. Выявленный потенциал энергосбережения при этом составил 4,05% от фактического уровня потерь.

3 Рекомендуется включить учебную программу по повышению квалификации кадров по направлению «Энергоаудит» методику энергетического аудита предприятий электрических сетей [9].

Автор выражают благодарность коллективу НИ ТПУ за предоставленные данные инструментальных измерений режимов объекта исследования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Железко, Ю. С.** Компенсация реактивной мощности и повышение качества электроэнергии. – М. : Энергоатомиздат, 1985. – 224 с.: ил. – (Экономия топлива и электроэнергии)

2 **Железко, Ю. С.** Компенсация реактивной мощности в сложных электрических системах / Ю. С. Железко. – М. : Энергоиздат, 1981. – 200 с.

3 Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 31.03.2015 г. № 400 «Об утверждении нормативных значений коэффициента мощности в электрических сетях индивидуальных предпринимателей и юридических лиц».

4 Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 31.03.2015 г. № 400 «Об утверждении Правил проведения энергоаудита».

5 Комплекс программы для расчета и нормирования потерь электроэнергии, расчета допустимого, фактического небаланса и количества неучтенной электроэнергии в электрических сетях 0,38–220 кВ // [Официальный сайт ООО «Энергоэкспертсервис»]. URL: <http://www.rtp3.ru/products.htm> (дата обращения 10.10.2012).

6 <http://www.rastrwin.ru/>

7 Приказ Председателя Комитета по государственному энергетическому надзору от 01 марта 2007 года № 1-П «Методические указания по нормированию расхода топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) объектом энергосбережения».

8 **Железко, Ю. С., Артемьев, А. В., Бирюков, Р. П.** Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях: Руководство для практических расчетов. – М. : Изд-во НИЦ ЭНАС, 2004. – 280 с.

9 Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 31 марта 2015 года № 404 «Об утверждении учебных программ и планов в области энергосбережения и повышения энергоэффективности».

Материал поступил в редакцию 01.06.18.

Т. Б. Акимжанов

Электр тораптарының энергия аудиті: радиалды тораптардағы реактивті қуат коэффициентін қалыпты деңгейге келтіру арқылы энергияны үнемдеу

Энергетикалық факультет,
С. Сефуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті,
Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы.
Материал 01.06.18 баспаға түсті.

T. B. Akimzhanov

Energy audit of electrical grids: energy saving in radial grids by adjusting the power factor to the normal value

Energy Faculty,
S. Seifullin Kazakh AgroTechnical University,
Astana, 010000, Republic of Kazakhstan.
Material received on 01.06.18.

Осы мақалада автор нақты кәсіпорынның мысалын қолданып, радиалды электр торабының энергетикалық аудитін жүргізудің әдіснамасын сипаттайды. Көрсетілген кезеңдер Қазақстан Республикасының Энергетикалық аудитін жүргізу Ережелеріне сәйкес жүзеге асырылады. Жұмыста заманауи электр энергиясының сапасы мен саны анализаторлары, компьютерлік модельдеу пайдаланылды.

In this paper the author presents a description of the methodology for realizing an energy audit of a radial power grid using the example of a particular enterprise. The stages are described in accordance with the Rules for realizing an energy audit of the Republic of Kazakhstan. The work used modern analyzers of quality and quantity of electricity, computer simulation.

**С. К. Абильдинова¹, А. Ш. Алимгазин², Р. А. Мусабеков³,
А. Н. Бергузинов⁴, А. С. Расмухаметова⁵**

¹д.т.н., доцент, кафедра «Промышленная теплоэнергетика», Теплоэнергетический факультет, Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, 010000, Республика Казахстан;

²д.т.н., профессор, кафедра «Теплоэнергетика», Транспортно-энергетический факультет, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана, 010000, Республика Казахстан;

³к.т.н., доцент, кафедра «Промышленная теплоэнергетика», Теплоэнергетический факультет, Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, 010000, Республика Казахстан;

⁴доктор PhD, доцент, кафедра «Теплоэнергетика», Энергетический факультет, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

⁵докторант, кафедра «Промышленная теплоэнергетика», Теплоэнергетический факультет, Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, 050000, Республика Казахстан

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ДВУХСТУПЕНЧАТОГО СЖАТИЯ

Одним из перспективных нетрадиционных методов теплоснабжения в условиях Республики Казахстан с ее продолжительными и достаточно суровыми зимами является полезное использование рассеянного низкотемпературного (5-45°C) природного тепла или сбросного промышленного тепла для теплоснабжения объектов с помощью энергосберегающих теплонасосных технологий. Теплонасосные установки (ТН) преобразуют альтернативные источники энергии (теплота грунтов, грунтовых вод, теплота промышленных стоков предприятий и т.д.) в высокопотенциальную тепловую энергию, применяемую для обогрева жилищ и получения горячей воды, а также выработки холода для кондиционирования. В работе исследована возможность применения парокомпрессионных одноступенчатых тепловых насосов, работающих в моновалентном режиме для отопления и кондиционирования зданий. Проведено сравнение энергетических

характеристик теплового насоса «воздух-воздух», полученных из расчета термодинамического цикла и эксперимента. В холодный период отопительного сезона предложено использование тепловых насосов с двухступенчатым сжатием рабочего агента.

Ключевые слова: тепловой насос, системы отопления, двухступенчатое сжатие.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие и усовершенствование теплонасосных установок, постоянно возрастающий спрос на них, привели к тому, что многие высокоразвитые страны (США, Япония, КНР, Швеция, Германия, Финляндия и т.д.) используют их как основной источник в системах отопления и горячего водоснабжения жилых, общественных и производственных помещений, при утилизации низкопотенциальной теплоты в промышленности, жилищно-коммунальном хозяйстве, сельском хозяйстве [1–4].

Тепловые насосы, которые нашли широкое распространение за рубежом, в условиях Казахстана имеют ограниченное применение по причине высокой стоимости электроэнергии и оборудования, однако их использование позволяет получить заметную экономию топлива.

Ряд областей республики Казахстан (Акмолинская, Алматинская, Жамбылская, Западно-Казахстанская, Северо-Казахстанская и Южно-Казахстанская) по энергообеспечению населения попадают в перечень районов, которые можно отнести к энергодефицитным (приходится менее 2 кВт часа в сутки на человека, тогда как в среднем по стране этот показатель в 5 раз выше). Это связано с размерами территории страны и ее географическими особенностями (северные территории отделяются от южных через пустынные земли). При этом на севере сконцентрированы угольные месторождения, требующие крупные капиталовложения в систему линий электропередач и теплосетей со свойственными им высокими потерями и износом. Энергетическая отрасль нуждается в значительной реабилитации и обновлении для обеспечения надежности. Обновление и развитие отрасли можно осуществить за счет возобновляемых источников энергии, в том числе за счет использования в качестве источника тепла тепловых насосов [14].

Степень термодинамического совершенства теплового насоса, интерпретируемого коэффициентом преобразования энергии μ зависит от многих факторов таких, как: мощность компрессора, качество производства комплектующих ТН и необратимых энергетических потерь. К энергетическим потерям относятся [15]:

- потери в соединительных трубопроводах;
- теплотери, обусловленные неидеальностью процессов, происходящих в испарителе и конденсаторе;
- обусловленные неидеальностью теплофизических характеристик хладагентов;
- механические и электрические потери в электродвигателях.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.

Применение сложных схем тепловых насосов с двухступенчатым сжатием рабочего агента в компрессоре теплового насоса увеличивает коэффициент преобразования по сравнению тепловым насосом с одноступенчатым сжатием эквивалентной мощности. Применение двухступенчатого сжатия наиболее эффективно особенно для рабочих агентов с высоким показателем адиабаты. Для анализа эффективной работы тепловых насосов с двухступенчатым сжатием необходимо проводить исследования по применению их к местным условиям с учетом вида используемого низкопотенциального источника тепла, соотношения стоимости производимого тепловым насосом тепловой энергии и потребляемой электрической энергии. Но, прежде следует оценить эффективность тепловых насосов с одноступенчатым сжатием рабочего агента и определить возможности их применения в условиях отопительного сезона, когда температура окружающего воздуха близка к средней температуре самого холодного месяца для различных климатических зон РК.

Расчет эффективности работы ТН типа «воздух-воздух», использующего одноступенчатое сжатие с рабочим агентом R-22 был проведен для теоретического цикла работы без переохлаждения.

На р-І диаграмме для рабочего агента R-22 (рисунок 1) в точках 1–4 были определены следующие его параметры: температуры, давления и энтальпии. Энтальпия рабочего агента в характерных точках рабочего цикла теплового насоса при заданной тепловой мощности позволяют рассчитать технические показатели теплонасосной установки.

Энтальпия рабочего тела на выходе из компрессора при внутреннем адиабатном КПД компрессора η_i

$$h_2 = h_1 + \frac{l_a}{\eta_i} = h_1 + \frac{h_{2a} - h_1}{\eta_i}, \quad \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}. \quad (1.1)$$

$$\text{Внутренняя работа компрессора } l_\epsilon = h_2 - h_1, \quad \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \quad (1.2)$$

$$\text{Удельная тепловая нагрузка испарителя } q_0 = h_1 - h_4, \quad \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}. \quad (1.3)$$

$$\text{Удельная тепловая нагрузка конденсатора } q_k = h_2 - h_3, \quad \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}. \quad (1.4)$$

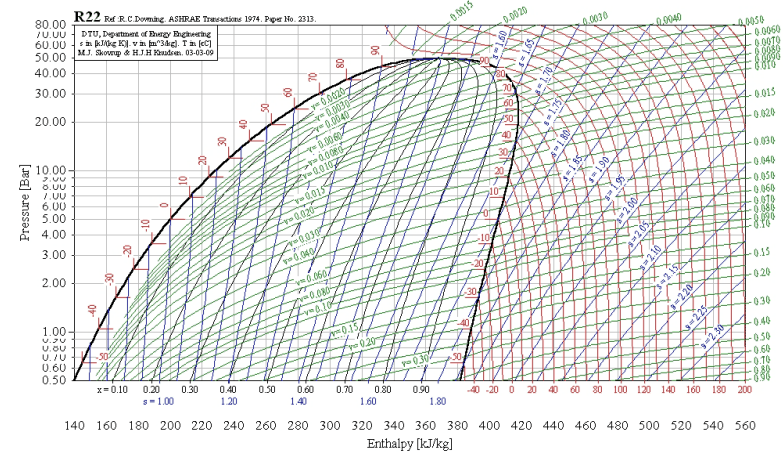


Рисунок 1 – Рабочий цикл установки в lgP-h диаграмме

$$\text{Энергетический баланс установки } q = l_\epsilon + q_0 = q_k, \quad \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}. \quad (1.5)$$

$$\text{Массовый расход рабочего тела } G = \frac{Q}{q_k}, \quad \frac{\text{кг}}{\text{с}}. \quad (1.7)$$

$$\text{Объемная производительность компрессора } V_1 = G \cdot v_1, \quad \frac{\text{м}^3}{\text{с}}. \quad (1.8)$$

$$\text{Расчетная тепловая нагрузка испарителя } Q_0 = q_0 \cdot G, \quad \text{кВт}. \quad (1.9)$$

Принимая во внимание электромеханический КПД компрессора $\eta_{эм}$, была определена работа компрессора $l_{км} = \frac{l_\epsilon}{\eta_{эм}}, \quad \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}. \quad (1.10)$

Удельный расход электроэнергии на выработку тепла в конденсаторе теплового насоса $\epsilon_{т.н} = \frac{l_{км}}{q_k}. \quad (1.11)$

$$\text{Электрическая мощность компрессора } N_\epsilon = l_{км} \cdot G, \quad \text{кВт}. \quad (1.12)$$

$$\mu = \frac{q_k}{l_{км}} = \frac{1}{\varepsilon_{т.н}}. \quad (1.13)$$

$$\eta_T = \frac{q_x}{q_x + l_{км}}. \quad (1.14)$$

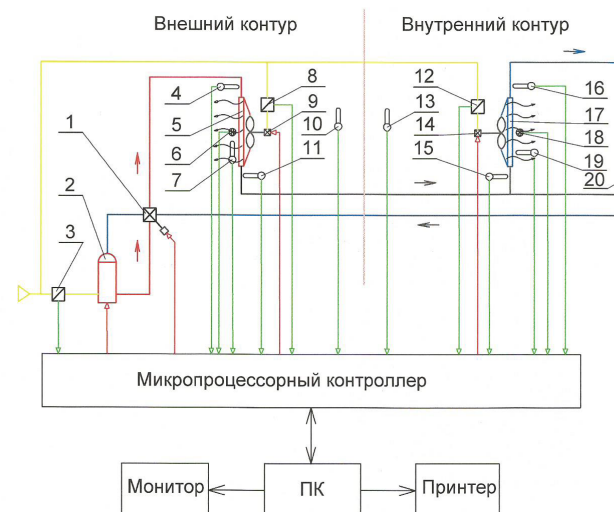
Проведено экспериментальное исследование энергетических характеристик с целью сопоставления полученных расчетных данных с достоверными результатами эксперимента при аналогичных условиях теплового насоса типа воздух-воздух, использующего атмосферный воздух в качестве источника низкопотенциальной энергии [16].

Модель теплового насоса воздух-воздух разработана на основе бытового кондиционера БК-1500 тепловой мощностью $Q_{отл} = 3,8$ кВт, где в качестве рабочего тела РТ используется Фреон – 22. Питание установки производится от электросети напряжением 220 В. Функциональная схема автоматизированного одноступенчатого теплового насоса типа «воздух-воздух» приведена на рисунке 2. В качестве источника низкого потенциала использован атмосферный воздух при температуре окружающей среды $t_{oc} = 20$ °С. Температуры рабочего агента в испарителе, после компрессора и конденсатора: $t_i = -9$ °С; $t_c = 39$ °С; $t_{a,к} = 30$ °С.

В таблице 1 приведено сравнение энергетических характеристик работы теплового насоса, полученных на основе термодинамических расчетов и проведения экспериментов. Сравнение показывает удовлетворительное согласие опытных и расчетных данных. Лучшее согласие экспериментальных и расчетных коэффициентов преобразования энергии ТН μ наблюдается в интервале изменений разности температур конденсаторе и испарителе $\Delta t = 20 \pm 35$ °С в пределах 5 %.

Таблица 1 – Сравнение показателей работы ТН из расчета и эксперимента

	V_l	N_o	q_o	q_k	G	$l_{км}$	$\varepsilon_{т.н}$	μ	η
Расчет	0,154	0,56	169,0	183,7	0,022	26,8	0,15	6,8	0,87
Эксперимент	0,157	0,52	169,7	186,6	0,021	25,3	0,14	6,21	0,88



1 – четырехходовой клапан, 2 – компрессор; 3, 8 – ваттметр; 4, 7, 10, 11, 13, 16, 19 – датчики температуры; 5 – конденсатор; 6, 18 – напоромеры; 9, 14 – вентиляторы испарителя и конденсатора с регулированием оборотов; 20 – осушитель.
Рисунок 2 – Функциональная схема автоматизированного одноступенчатого парокомпрессионного теплового насоса «воздух-воздух»

Экспериментальный стенд с тепловым насосом установлен в лаборатории учебного корпуса. Тепловой насос обеспечивает отопление лаборатории в холодный период и кондиционирование внутреннего воздуха в теплый период года. Теплонасосная установка выполняет все функции теплоснабжения и холодоснабжения, не используя при этом невозобновляемые источники энергии и не нанося вреда окружающей среде.

Широкое применение тепловых насосов для систем теплоснабжения зданий и сооружений может помочь решить ряд вопросов, связанных с энергосбережением – сокращением использования невозобновляемых ископаемых углеводородных топлив и улучшением экологии окружающей среды.

Опыт эксплуатации ТН показывает, что при температурах от -18 °С до -25 °С необходим дублирующий источник тепла. Тепловой насос должен работать в бивалентном режиме, параллельно с пиковым источником тепла.

Необходимость в таком пиковом источнике отпадает при выборе высокотемпературных тепловых насосов с двухступенчатым циклом работы компрессора. К примеру, итальянская компания Thermocold Costruzioni S.r.l. занимается выпуском уникальных теплонасосов с двухступенчатым сжатием, способных нагревать горячую воду до +90 °С [17].

Компактные серии тепловых насосов Thermocold «воздух-вода» и «вода-вода» небольшой мощности (от 7 до 52 кВт) Air Wall, Sirio и Mara и стандартные модели мощностью до 1 МВт способны эффективно работать до –20 °С с температурой воды на выходе до +65 °С. Тепловые насосы этой же компании, использующие двухступенчатый холодильный цикл (технология Duo High Power), мощностью от 6 до 400 кВт, способны эффективно работать до –40 °С с температурой воды на выходе до +80 °С.

ВЫВОДЫ

Для правильного выбора прототипа теплового насоса необходимо учитывать в первую очередь климатические условия потребителей тепла, наличие возможных источников низкопотенциальной теплоты, учитывать тарифы на электроэнергию в данном регионе. При использовании ТН с двухступенчатым сжатием возрастут затраты электроэнергии на привод компрессора N_c , которые приводят к удорожанию единицы произведенной тепловой энергии ТН. Исходя из этого следует выбирать такие реверсивные ТН, которые имеют технические возможности переключения с многоступенчатого сжатия рабочего агента на одноступенчатые.

Отмеченные проблемы требуют дальнейших исследований в области применения двухступенчатых тепловых насосов с учетом конкретных условий потребителя тепла и тарифообразования на единицу производимой теплоты.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Рей, Д., Макмайкл, Д.** Тепловые насосы: пер.с англ. – М. : Энергоиздат, 1982. – 224 с.

2 **Петин, Ю. М., Накоряков, В. Е.** Тепловые насосы. // Росс : химич. журнал. – 1997. – № 6. – С. 107–111.

3 **Петин, Ю. М.** Опыт десятилетия производства тепловых насосов в ЗАО «Энергия» // Энергетическая политика. – 2001. – Вып.3, – с. 28–33.

4 **Алимгазин, А. Ш., Алимгазина (Бахтиярова), С. Г.** Разработка технологий и внедрение теплонасосных систем теплоснабжения жилых, общественных и производственных зданий в РК с использованием нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. монография. – Астана : Издательство «Артпринт», 2010. – 171 с.

5 **Алимгазин, А. Ш.** Автореф. дисс. на соискание ученой степени д.т.н. «Разработка схем и технологий использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии для теплоснабжения изолированных объектов», Алмат. университет энергетики и связи, – Алматы, 2010. – 44 с.

6 **Алимгазин, А. Ш., Алимгазина, С. Г.** Теплонасосные технологии для теплоснабжения различных объектов. Опыт Республики Казахстан// АВОК.- Энергосбережение. – 2013. – № 8. – С. 68–73.

7 **Alimgazin, A. Sh., Alimgazina, S. G., Petin, Y. M.** Application of new generation heat pump technologies using alternative energy sources to generate additional heat energy at the heat power plants-2 (Astana city).// «IX Minsk International Seminar Heat Pipes, Heat Pumps, Refrigerators, Power Sources», Minsk, Belarus, 07–10 September 2015, S. 230–235.

8 **Alimgazin, A. Sh., Alimgazina, S. G., Zhalmagambetov, B. N.** Analysis of prospects of technology heat pump to produce extra heat energy for JSC «TRP-2» Astana.//Proc.: Proceedings of the 3 International Forum “Renewable energy: ways to increase the energy and economic efficiency» (REENFOR-2015), Yalta, 17-19 November, 2015.

9 **Алимгазин, А. Ш., Омаров, К. С., Постников, В. А., Тлеубаев, А. С.** Перспективы внедрения энергосберегающих теплонасосных технологий с утилизацией сбросной теплоты системы оборотного водоснабжения на ПФ ТОО «KSP STEEL» // В сбор. материалов Международной научно-практической конференции «Переработка промышленных отходов, как залог экологической безопасности», г. Павлодар, ПГУ им.С.Торайгырова, октябрь 2016 г., С. 27–33.

10 **Алимгазин, А. Ш., Бахтияров, А. Е., Бектурганов, С. О.** Применение теплонасосных технологий при использовании низкопотенциального тепла циркуляционной воды конденсаторов турбин АО «Станция ГРЭС-2» для теплоснабжения здания береговой насосной станции // В сбор. материалов Международной научно-практической конференции «Переработка промышленных отходов, как залог экологической безопасности». – г. Павлодар : ПГУ им. С. Торайгырова, октябрь 2016 г., С. 39–46.

11 **Алимгазин, А. Ш., Алимгазина, С. Г., Бахтияров, А. Е.** Анализ перспектив применения теплонасосных технологий на металлургических предприятиях Республики Казахстан. // В сбор. трудов «VIII Международной научно-практической конференции «Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии в промышленности. 100 лет отечественного проектирования металлургических печей», МИСиС. М., октябрь 2016. – С. 238–250.

12 Патент РК № 1843 на полезную модель «Теплонасосная установка для отопления и горячего водоснабжения» – авторы Алимгазин А. Ш., Петин Ю. М., Алимгазина С. Г., Бахтияров А. Е. // Бюл. №16 от 30.11.2016 г.

13 Патент РК № 2048 на полезную модель «Теплонасосная установка для тепло - и хладоснабжения» – авт. Алимгазин А. Ш., Омаров К. С., Алимгазина С. Г., Бахтияров А. Е. // Бюл. № 4 от 28.02.2017 г.

14 **Мукажанов, В. Н., Абильдинова, С. К., Васильченко, Л. Ю.** О перспективах применения тепловых насосов в рамках программы эффективного использования альтернативных источников энергии и возобновляемых ресурсов Республики Казахстан // Вестник АИЭС. – Алматы : АИЭС, 2008. – №3. – С. 21–25.

15 **Лунева, С. К., Чистович, А. С., Эмиров, И. Х.** К вопросу применения тепловых насосов // Техничко-технологические проблемы сервиса № 4(26) 2013, – С. 45–52.

16 **Мухидинов, Д. Н., Абильдинова, С. К.,** О способе улучшения энергетических характеристик теплового насоса воздух-воздух. // Научно-технический журнал ФерПИИ. – 2015. – Т. 19. – № 3. – С. 82–86.

17 <http://www.jac.ru>, www.thermocold-russia.ru

Материал поступил в редакцию 01.06.18.

С. К. Абильдинова¹, А. Ш. Алимгазин², Р. А. Мусабеков³, А. Н. Бергузин⁴, А. С. Расмухаметова⁵

Екі сатылы сығуды қолдану негізінде жылулық сорғылардың энергетикалық тиімділігін арттыру

^{1,3,5}Жылуэнергетика факультеті,

Алматы энергетика және байланыс университеті,

Алматы қ., 050000, Қазақстан Республикасы;

²Көлік-энергетика факультеті,

Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,

Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы;

⁴Энергетика факультеті,

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,

Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.

Материал 01.06.18 баспаға түсті.

S. K. Abildinova¹, A. Sh. Alimgazin², R. A. Mussabekov³, A. N. Berguzinov⁴, A. S. Rasmukhametova⁵

Increase of energy efficiency of heat pumps based on the use of two-stage compression

^{1,3,5}Heat Power Engineering Faculty,

Almaty University of Power Engineering and Telecommunication,

Almaty, 050000, Republic of Kazakhstan;

²Transport and Power Engineering Faculty,

L. N. Gumilyov Eurasian National University,

Astana, 010000, Republic of Kazakhstan;

⁴Faculty of Energy Engineering,

S. Toraighyrov Pavlodar State University,

Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.

Material received on 01.06.18.

Ұзақ және айтарлықтай қатаң қыста Қазақстан Республикасының жағдайында, жылумен қамтамасыз етудің келешекті дәстүрлі емес әдістерінің бірі – ең жар төмен температуралық (5–45 °С) табиғи жылуы немесе энергия үнемдейтін жылу сорғылық технологиялар арқылы объектілерді жылумен қамтамасыз ету үшін өнеркәсіптік жылуы пайдалы қолдану болып табылады. Жылу сорғылық қондырғылар (ЖК) баламалы энергия көздерін (жердің, жер асты суларының, кәсіпорындардың өнеркәсіптік науа жылуы және т.б.) тұрғын үйлерді жылытуға және ыстық су алуға, сонымен қатар кондиционерлеу үшін суықты өндіруге қолданылатын жоғары потенциалды жылулық энергияға түрлендіреді. Жұмыста гимараттарды жылыту және кондиционерлеу үшін моновалентті режимде жұмыс істейтін букомпрессиялық бір сатылық жылулық сорғыларды қолдану мүмкіндігі зерттелген. Термодинамикалық цикл есебінен және эксперименттен алынған «ауа-ауа» жылулық сорғылардың энергетикалық сипаттамаларына салыстыру жасалынған. Жылыту маусымының суық периодында жұмыс агентін екі сатылық сығымдайтын жылулық сорғыларды қолдану ұсынылған.

One of the promising non-traditional methods of heat supply in the Republic of Kazakhstan with its long and rather severe winters is the use of diffuse low-temperature (5–45 °C) natural heat or waste industrial heat for heat supply of facilities using energy-saving heat pump technologies. Heat pump plants (HPPs) convert alternative sources of energy (heat of

ground, groundwater, heat of industrial effluent of enterprises, etc.) into high-potential thermal energy applied for domestic heating and hot water and generation of cold conditioning. The possibility of application of steam-compression single-stage heat pumps working in monovalent mode for heating and air conditioning of buildings is investigated. The energy characteristics of the air-to-air heat pump, obtained from the calculation of the thermodynamic cycle and the experiment, are compared. In the cold heating season, it is proposed to use heat pumps with a two-step compression of the working agent.

FTAMP 49.33.29

А. Е. Анарбаев

техника ғылымдарының магистрі, оқытушы, Электротехника және автоматтандыру кафедрасы, Энергетикалық факультеті, С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы
e-mail: alibek_anarbaev@mail.ru

ПАВЛОДАР ҚАЛАСЫНДА LTE ЖЕЛІСІ ҮШІН РАДИОЖАБЫНДЫ АЙМАҚТАРЫН ЕСЕПТЕУ

Мақалада заттар интернеті өзара іс-қимыл желісінде оны пайдалану үшін LTE технологиясы негізінде қолданыстағы желісін зерттеу жүргізген. LTE заттар интернеті технологияларының құрылысы мен параметрлері қарастырылған. Желісінің өткізу қабілеті мен пайдаланушылар саны, кіріс және шығыс трафик көлемі есептелген. Сонымен қатар, мақалада LTE желілерінде NB-IoT таржоллақты технологияны енгізу перспективалары қарастырылған.

Телекоммуникациялық нарықта бәсекелестіру үшін ұялы операторлар тұрақты желіге, мәліметтердің арттырылған жылдамдықта берілуіне, жаңа қызмет көрсетулердің болуына және олардың құнының төмендеуіне ие болуы қажет.

Павлодар қаласының ауданы, Ак. Сәтбаев, Ак. Шөкин, Камзин және Лермонтов көшелерімен шектелген аймақта радиожабынды аймақтарын есептеу. Мобильді радиожүйесінің қызмет көрсету зонасындағы аймақтық аймақтың картасы бойынша BS орналасуындағы үшсекторлы антеннасының орналасу есебімен анықталынады.

Кілтті сөздер: LTE желісі, заттар интернеті, мобильдік станция, базалық станция, антенна.

КІРІСПЕ

Заттар интернеті немесе iot (internet of things) – қазіргі таңдағы мобильді экожүйенің келесі даму сатысы. Iot сервисі телекоммуникациялық экожүйенің алдағы өсуі болып табылады.

2021 жылы 28 миллиард қондырғылар іске қосылады деп жоспарлауда, оның ішінде 13 миллиард бастапқы тұтынушылық гаджеттер (смартфондар, ДК, лэптоптар), қалған 15 миллиардты тұтынушылық және өнеркәсіптік қондырғыларға болып келеді: IoT қондырғыларын қолданудың басты

сценарийлері адамдардың деректерді жинақтау үрдісінде шамалы қатысуын ұсынады, ал мұндай қондырғылардың толық және тәуелсіз жұмыстары үшін машинааралық өзара әрекеттесулерді қамтамасыз ететін, желісіз іске қосу талап етіледі [1].

IoT арналған LTE байланыс желісін құрау үшін спектрді босату және конверсиялау бойынша түрлі жұмыстарды жүргізуге талап етіледі, нормативті-құқықтық және реттеу базасының өзгеруі, сонымен қатар, алдағы қуатты дамыту және арттыруға арналған негіз ретінде бірегей стандартты таңдау мәселесі тұратын болады.

Қазіргі таңда, әлемде мобильдік байланыстың төрт буыны бар. Келесі даму дәрежесі барлық аспаптарға тәуелді болып келеді, мысалы, күнделікті біз қолданылатын, тұрмыстық, түрлі гаджеттер. Мұндай іске қосуларды жүзеге асыру үшін мыналар талап етіледі: берістердің ұзақ автономды жұмыстары, қондырғылардың төмен құндылығы, желімен біршама қондырғыларды қолдауы. Қазіргі желілер және хаттамалар соңғы қондырғылардың құнына және желіге іске қосылған қондырғыларына тікелей тәуелді болып келетін, энергия тұтыну жоспары жағынан оңтайландырылған болуы қажет. Соңғы қондырғылардың құндылығын және энергия тұтынуды оңтайландыру жұмыстарын төмендету бойынша басталған жұмыстар LTE Rel. 12 түпнұсқасынан бастапқыдағы, IoT арналған LTE желісін дамытуда, өз ішінде, Rel. 13 түпнұсқасын енгізетін желімен жалғасуда: NB LTE-M (200 kHz) және LTE-M (1,4 MHz) [2].

Аталған желілерді пайдалануға енгізумен біздің интернет және оған іске қосылған қондырғылар жайлы түсінігіміз өзгереді. Барлық «заттар» міндетті түрде бірегей желіге іске қосылуы мүмкін, ал бұл дегеніміз, жаңа қондырғылардың, мүмкіндіктердің және экожүйелердің туындысын ұсынады. Осы қондырғылар үшін деректердің берілуін қамтамасыз ету оңай болмайды. Бірақ та, бүгін де, жаңа стандарттарды, әдістерді енгізу және әзірлеу, оларды жүзеге асыру, түрлі технологияларды қолдану бойынша толықмасштабты жұмыстар жүргізілуде.

НЕГІЗГІ БӨЛІМ

Жабу аймағының радиусы үш бағытта анықталынады: солтүстік, оңтүстік-шығыс, оңтүстік-батыс.

Сонымен қатар, ұсынылған әдістердің бірі MC (таңдауға байланысты) жабу аймағын анықтау қажет. MC орналасуын BC-нан 1,5 км қашықтықта солтүстік бағытта таңдау.

Сызбада түрлі әдістермен алынған, BC жабу аймағының конфигурацияларын, сондай-ақ, MC жабу аймағын көрсету.

Мобильдік станцияның (MC) антеннасының биіктігі 1,5 тең деп қабылданады.

Павлодар қаласының ауданы, Ак.Сәтбаев, Ак. Шөкин, Камзин және Лермонтов көшелерімен шектелген. LTE 1800 МГц стандарты, және есептеу модельі COST231-Hata.

Кесте 1 – BC және MC параметрлерінің стандартты мәндері [3]

Белгіленуі	Аталуы және өлшем бірлігі	Мәні
P_{BCB}	BC берілушісінің қуаты, дБВт	13
G_{BCB}	BC жіберуші антеннасының күшейткіш к-ті, дБ	18
f_{BCB}	BC жіберуші жұмыс жиіліктерінің жолағы, МГц	935-960
P_{BCK}	BC қабылдаушысының сезімталдығы, дБВт	-138
G_{BCK}	BC қабылдаушы антеннасының күшейткіш к-ті, дБ	18
f_{BCK}	BC қабылдау жұмыс жиіліктерінің жолағы, МГц	890-915
P_{MCK}	MC жіберушісінің қуаты, дБВт	-3
G_{MCB}	MC жіберуші антеннасының күшейткіш к-ті, дБ	0
f_{MCK}	MC жіберуші жұмыс жиіліктерінің жолағы, МГц	890-915
P_{MCK}	MC қабылдаушысының сезімталдығы, дБВт	-104
G_{MCK}	MC қабылдаушы антеннасының күшейткіш к-ті, дБ	0
f_{MCK}	MC қабылдаушы жұмыс жиіліктерінің жолағы, МГц	935-960

Мобильді радиожүйесінің қызмет көрсету зонасындағы аймақтық аймақтың картасы бойынша BS орналасуындағы үшсекторлы антеннасының орналасу есебімен анықталынады.

Поляризациялау бойынша радиобабылдардың антенналармен келісу коэффициенттері (беруші және қабылдаушы үшін) мынаған тең қабылданады $\xi_{II} = \xi_C = 0,9$.

Жіберуші және қабылдаушы фидерлердің ПӘК-і мынаған тең қабылданады $\eta_{ФПРД} = \eta_{ФПРМ} = 0,95$.

Кеңістікті жоспарлау негізінде желілік сәулет және оның координаттарының сапалық қызмет көрсету және ақпараттық жүктемелерінің энергияларын есептеумен анықталынады. Қабылданатын дабылдың көрсетілген сапасы қабылдаушының сезімталдығымен анықталынады. Жалпы жағдайда, теңдеудің берілуін келесі түрде көрсетуге болады:

$$P_K = \frac{P_B \cdot \eta_{ФБ} \cdot G_{AB} \cdot \xi_{II} \cdot G_{AK} \cdot \eta_{ФК} \cdot \xi_C}{L_{\Sigma}} \quad (1)$$

мұндағы P_K – қабылдаушының кіруі кезіндегі радиодабылдың қуаты (қабылдаушының сезімталдығымен анықталынады);

P_B – берушінің қуаты;

$\eta_{ФБ}, \eta_{ФК}$ – жіберуші және қабылдаушы фидерлердің ПӘК;

G_{AB}, G_{AK} – жіберуші және қабылдаушы антенналардың күшейткіш коэффициенттері;

$\xi_{П}, \xi_C$ – поляризациялау бойынша радиодабылдардың антенналармен келісу коэффициенттері;

L_{Σ} – трассадағы радиотолқындардың жалпы сөнуі.

Қабылдаушының кірісіндегі қуаттың мәнін ватка қатысты децибелде білдіру дұрысырақ. Бұл жағдайда, теңдеу (1) түрге ие:

$$P_K = P_B + \eta_{ФБ} + G_{AB} + \xi_{П} + G_{AK} + \eta_{ФК} + \xi_C - L_{\Sigma} \quad (2)$$

Трассадағы радиотолқындардың таралуы туындайтын, жинақы энергетикалық жоғалуларды мына формула бойынша анықтау қиын емес:

$$L_{\Sigma} = P_{ПРД} + \eta_{ФПР} + G_{АПРД} + \xi_{П} + G_{АПРМ} + \eta_{ФПРМ} + \xi_C - P_{ПРМ} \quad (3)$$

БС үшін трассадағы радиотолқындардың жалпы сөнуі мынаған тең:

$$L_{\Sigma BC} = P_{БСБ} + \eta_{ФБ BC} + G_{АБ BC} + \xi_{Б BC} + G_{АК MC} + \eta_{ФК MC} + \xi_C - P_{ПРМ BC} \quad (4)$$

$$L_{\Sigma BC} = 13 + 0,95 + 18 + 0,9 + 0 + 0,95 + 0,9 + 104 = 138,7, \text{ дБ.}$$

МС үшін трассадағы радиотолқындардың жалпы сөнуі мынаған тең:

$$L_{\Sigma MC} = P_{Б MC} + \eta_{ФК MC} + G_{АК MC} + \xi_{Б MC} + G_{АК BC} + \eta_{ФК BC} + \xi_C - P_{ПРМ BC} \quad (5)$$

$$L_{\Sigma MC} = -3 + 0,95 + 0 + 0,9 + 18 + 0,95 + 0,9 + 138 = 156,7, \text{ дБ.}$$

Аймақтың жер бедерін есепке алушы аймақтың сәйкес келуші типі және түзетулері үшін радиотолқындардың жалпы сөнуін табамыз:

$$L = L_P + L_{PEL} \quad (6)$$

мұндағы L_{Σ} – радиотолқындардың жалпы сөнуі;

L_P – аймақтың сәйкес келуші типі үшін таралудың жоғалулары;

L_{PEL} – аймақтың жер бедерін есепке алушы түзетулер.

Аталған суретте, базалық станция орнатылатын ғимарат көрсетілген. Бұл Пахомов көшесі 46/1 үй бойынша орналасатын тоғызқабатты ғимарат.



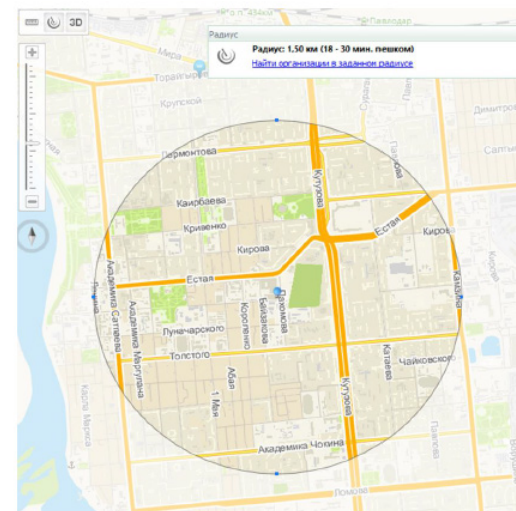
Сурет 1 – БС орналасуы

Ғимараттың бір биіктігін антеннамен бірге есептейміз:

$$h = 9 \cdot 3 = 27, \text{ м}$$

Антеннамен бірге:

$$h = 27 + 3 = 30, \text{ м}$$



Сурет 2 – БС радиусы

Эмпирикалық моделі COST231-Nata көмегімен, базалық станцияның жабу аймағының радиусын анықтауға көшуге болады.

Модель сөнудің бағалануын мына формула бойынша жүзеге асырады:

$$L_p = 46,3 + 33,9 \lg(f_0) - 13,83 \lg(h_b) - a(h_m) + [44,9 - 6,55 \lg(h_b)] \lg r + C \quad (7)$$

мұндағы C – тұрақты: орташа қалалар және шекі өсімділігімен қалааралық аудандар үшін $C = 0$ және ірі қалалар үшін $C = 3$;

h_b – базалық станция антеннасының биіктігі;

h_m – мобильдік станция антеннасының биіктігі.

БС бастап МС дейін:

$$f_0 = 1800 \text{ МГц}$$

$$a(h_m) = [1,1 \cdot \lg(f_0) - 0,7] \cdot h_m - [1,56 \cdot \lg(f_0) - 0,8] \quad (8)$$

$$a(h_m) = [1,1 \cdot \lg(1800) - 0,7] \cdot 1,7 - [1,56 \cdot \lg(1800) - 0,8] = 0,619$$

$$A = A(f_0, h_b, h_m) = 46,3 + 33,9 \cdot \lg(f_0) - 13,83 \cdot \lg(h_b) - a(h_m) \quad (9)$$

$$A = A(f_0, h_b, h_m) = 46,3 + 33,9 \cdot \lg(1800) - 13,83 \cdot \lg(30) - 0,619 = 135,606$$

$$B = B(h_b) = 44,9 - 6,55 \cdot \lg(h_b) \quad (10)$$

$$B = B(h_b) = 44,9 - 6,55 \cdot \lg(30) = 35,225,$$

$$L_p = A + B \cdot \lg(r) \quad (11)$$

$$r = 10^{\frac{L_p - A}{B}} \quad (12)$$

$$r = 10^{\frac{L_p - A}{B}} = 10^{\frac{138,7 - 135,606}{35,225}} = 1,224 \text{ км}$$

МС бастап БС дейін:

$$f_0 = 1750, \text{ МГц}$$

$$a(h_m) = [1,1 \cdot \lg(f_0) - 0,7] \cdot h_m - [1,56 \cdot \lg(f_0) - 0,8]$$

$$a(h_m) = [1,1 \cdot \lg(1750) - 0,7] \cdot 1,7 - [1,56 \cdot \lg(1750) - 0,8] = 0,615$$

$$A = A(f_0, h_b, h_m) = 46,3 + 33,9 \cdot \lg(1750) - 13,83 \cdot \lg(30) - 0,615 = 135,195$$

$$B = B(h_b) = 44,9 - 6,55 \cdot \lg(30) = 35,225$$

$$L_p = A + B \cdot \lg(r)$$

$$r = 10^{\frac{L_p - A}{B}}$$

$$r = 10^{\frac{L_p - A}{B}} = 10^{\frac{156,7 - 135,195}{35,225}} = 4,078 \text{ км}$$

Есептеу нәтижелерін 2 кестеге енгіземіз.

Кесте 2 – COST231-Nata моделінің есептеу нәтижелері

БС, СП қатысты сектордың бағыты, град.	LP таралуы кезіндегі жоғалтулар, дБ		БС және МС арасындағы күтілетін қашықтық, км	МС және БС арасындағы күтілетін қашықтық, км км
	БС-МС	МС-БС		
С секторы	138,7	156,7	1,224	4,078
О-Б секторы	138,7		1,224	
О-Ш секторы	138,7		1,224	

ҚОРЫТЫНДЫ

Аталған мақалада, қазіргі уақыттағы LTE желілердің негізінде заттар интернетін қолдаушы қызмет көрсетулерді енгізу үшін LTE желісінің жаңғырту жолы қарастырылды.

Телекоммуникациялық нарықта бәсекелестіру үшін ұялы операторлар тұрақты желіге, мәліметтердің арттырылған жылдамдықта берілуіне, жаңа қызмет көрсетулердің болуына және олардың құнының төмендеуіне ие болуы қажет. Қазіргі таңда, LTE желілік технологиялардың ішінде ең жоғары жылдамдықты берілу жылдамдықтарына ие, ал GSM-шлюздары тек тиімді ұжымдық желіні ұйымдастырып қана қоймай, сонымен қатар сіздің ұйымыңыз үшін жаңаша қызмет көрсетулерді ұсынады.

LTE Advanced желілерінің заттар Интернеті үшін тар жолақты деректерінің берілу технологиясымен туындауы (NB-IoT) айтарлықтай LPWAN, LoRa және басқа да жиілік жолақтарының лицензиясы жоқ, технологиялармен салыстырғанда, Интернеттің желілік технологияларның нарығында бәсекелестігін ұлғайтады.

LTE-M және NB-IoT технологиялары жылдамдық, қуаттылық, жаппай өндіріс, өздік құны секілді артықшылықтарына әсер ететін болады. LTE-M және NB-IoT қолдану ықтималдылығы төртінші буынның мобильді желілерінің операторлары үшін лицензияланған жолақты иеленді, мобильді операторлардың барлық облыстарында IoT секторының дамуына әрекет ететін желілік жабдықтар ашылған, бұл өз арасында сектордың дамуына және айтарлықтай өсуіне әкеп соқтырады.

ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 Erik Dahlman, Stefan Parkval, Johan Skold. 4G LTE/LTE-Advanced for Mobile Broadband. – UK : Academic Press, 2011. – 447 с.

2 Stefania Sesia, Issam Toufik, Matthew Baker. LTE. The UMTS Long Term Evolution. – UK : Wiley, 2010. – 794 с.

3 **Бутенко, В. В.** Интернет вещей и цифровая экономика//Электросвязь. – 2016. – № 9.

4 **Тихвинский, В. О., Бочечко, Г. С., Нургожин, Г. И., Айтмагамбетов, А. З.** Сети IoT/M2M: технологии, приложения и регулирование. – Алматы : Ақ-Шағыл, 2016. – 332 с.

Материал 01.06.18 баспаға түсті.

А. Е. Анарбаев

Расчет радиостанций для сети LTE в Павлодаре

Энергетический факультет,
Павлодарский государственный университет
имени С. Торайгырова,
г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан.
Материал поступил в редакцию 01.06.18.

А. Е. Анарбаев

Calculation of radio stations for the network of LTE in Pavlodar

Energy Department,
S. Toraighyrov Pavlodar State University,
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.
Material received on 01.06.18.

В статье исследовалась существующая сеть на основе технологии LTE для использования материи в сети взаимодействия с Интернетом. Обсуждаются структура и параметры технологии интернет-технологии LTE, полоса пропускания сети и количество пользователей, объем входящего и исходящего трафика. В статье также изложены перспективы внедрения технологии NB-IoT в сетях LTE.

Чтобы конкурировать на рынке телекоммуникаций, операторы мобильной связи должны иметь стабильную сеть, увеличивать скорость передачи данных, доступность новых услуг и снижать стоимость.

Расчет радиочастотных зон в зоне, ограниченной Павлодарским районом, улицами Ак. Сатбаев, Ак. Чокина, Камзина и Лермонтова. Расположение трехсекционной антенны в местоположении BS на карте региональной зоны в зоне обслуживания мобильной радиосистемы.

The article investigated the existing network based on LTE technology for the use of matter in the Internet interaction network. The structure and parameters of LTE Internet technology, network bandwidth and number of users, the volume of incoming and outgoing traffic are discussed. The article also outlines prospects for implementing NB-IoT technology in LTE networks.

In order to compete on the telecommunications market, mobile operators should have a stable network, increased data rates, availability of new services, and lower cost.

The radiofrequency areas in the zone bounded by Pavlodar district, Ac. Satbayev, Ac. Shokin, Kamzin and Lermontov streets were calculated. The location of the three-part antenna in the BS location was determined on the map of the regional zone in the service area of the mobile radio system.

С. Э. Ахмет

магистрант, кафедра «Электроэнергетики», Энергетический факультет, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан

ВЫБОР ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ГЛАВНЫХ Понижительных и распределительных подстанций

Электроустановки имеют свои специфические особенности. К их электроснабжению предъявляются определенные требования: надежность питания, качество электроэнергии, резервирование, защита отдельных элементов и др. При проектировании, сооружении и эксплуатации систем электроснабжения необходимо правильно осуществлять выбор напряжений, определять электрические нагрузки, выбирать тип, число и мощность трансформаторных подстанций, виды их защит, системы компенсации реактивной мощности и способы регулирования напряжений. Эти вопросы должны решаться с учетом совершенствования технологических процессов производства, роста мощностей отдельных электроприемников и особенностей каждого предприятия, цеха, установки, повышения эффективности их работы. Электроэнергия должна быть соответствующего качества. Основными показателями качества электроэнергии является стабильность частоты и напряжения, синусоидальность напряжения и тока и симметрия напряжения. От качества электроэнергии зависят качество выпускаемой продукции и её количество. Изменение технологических процессов производства, связанное, как правило, с их усложнением, приводит к необходимости модернизации и реконструкции систем электроснабжения. Важной особенностью является невозможность создания запасов используемого продукта – электроэнергии. Вся получаемая электроэнергия немедленно потребляется.

Ключевые слова: электрооборудование, электрическая станция, понижительная подстанция, распределительная подстанция.

ВВЕДЕНИЕ

Безотказная работа системы электроснабжения металлургического предприятия может быть обеспечена только в том случае, когда каждый выбранный аппарат соответствует как условиям номинального режима, так и условиям работы при коротких замыканиях. Поэтому электрические аппараты сначала выбирают по номинальным параметрам, а затем осуществляют их проверку на действие токов короткого замыкания. К номинальным параметрам аппаратов относятся номинальное напряжение и ток. Номинальным напряжением электрического аппарата называют указанное на его щитке межфазное напряжение. Его принимают равным номинальному напряжению сети, для работы в которой предназначен аппарат. Номинальный ток электрического аппарата – это наибольший длительный ток, при котором аппарат может работать сколь угодно длительное время, если температура окружающего воздуха не превышает расчетной величины (35 °С) [6].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Для проверки аппарата на устойчивость при коротких замыканиях определяют наибольшее значение тока короткого замыкания. Аппарат считается электродинамически устойчивым, если при протекании ударного тока короткого замыкания в аппарате не остается остаточных деформаций деталей, препятствующих его исправной работе. На электродинамическую устойчивость не проверяют аппараты, которые защищены плавкими предохранителями с номинальным током до 60 А включительно. Если используются токоограничивающие предохранители, то на электродинамическую устойчивость не следует проверять аппараты при любых номинальных токах. Термически устойчивым является аппарат, все части которого при протекании по ним тока короткого замыкания не нагреваются выше установленной нормами максимальной кратковременной температуры. На термическую устойчивость не проверяют аппараты, защищенные плавкими предохранителями, независимо от их типа и номинального тока.

Расчётную нагрузку короткого замыкания принимают такой, при которой через аппарат во время короткого замыкания проходит наибольший ток. Выбранные аппараты и другие устройства установок должны отвечать требованиям технико-экономической целесообразности. Они должны отвечать условиям длительной номинальной работы, режиму перегрузки и возможных коротких замыканий (КЗ) [1]. Аппараты должны также соответствовать условиям окружающей среды (температуре, запыленности, влажности и др.). Все элементы электроснабжения выбирают по номинальным параметрам и проверяют по устойчивости при сквозных токах короткого замыкания и перенапряжениях. Номинальное напряжение

аппарата соответствует классу его изоляции. Всегда имеется некоторый запас электрической прочности, оговариваемый техническими условиями на изготовление, и позволяющий аппарату работать длительное время при напряжении на 10–15 % выше номинального (максимальное рабочее напряжение аппарата).

Отклонения напряжения на практике обычно не превышают указанных величин. Поэтому при выборе аппарата достаточно соблюдать условие [1, 3]

$$U_{\text{ном.а}} \geq U_{\text{ном.эл}}, \quad (1)$$

где $U_{\text{ном.а}}$ – номинальное напряжение аппарата; $U_{\text{ном.эл}}$ – номинальное напряжение электроустановки, в которой используется аппарат.

Повышению высоты аппарата над уровнем моря соответствует снижение максимального рабочего напряжения. При высоте установки аппарата до 1000 м допускаются максимальные рабочие напряжения. При больших высотах напряжение на аппарате не должно превышать номинального значения.

При протекании номинального тока при номинальной температуре окружающей среды аппарат может работать сколь угодно долго без недопустимого перегрева. Поэтому аппарат выбирают так, чтобы максимальный действующий рабочий ток цепи не превышал номинального тока, указанного в паспорте.

Так как расчетная температура окружающей среды принята 35 °С, то при отклонении от этой температуры длительно допустимый ток аппарата

$$I_{\text{дл.доп}} = I_{\text{ном.а}} \cdot \sqrt{\frac{t_{\text{доп}} - t_{\text{о.с}}}{t_{\text{доп}} - 35}}, \quad (2)$$

где $t_{\text{доп}}$ – наименьшая температура из допустимых для частей аппарата; $t_{\text{о.с}}$ – температура окружающей среды.

ВЫВОДЫ

При $t_{\text{о.ср}} < 35$ °С ток I_0 можно повысить относительно $I_{\text{ном.а}}$ на 0,5 % на каждый градус понижения температуры против 35 °С, но не более чем на 20 %. Аппараты, выбранные по номинальному напряжению и номинальному току, подлежат проверке на термическую и динамическую прочность при токах короткого замыкания, на отключающую способность. Измерительные трансформаторы, кроме того, проверяют на соответствие их работы требуемому классу точности. Индуктивное сопротивление токоограничивающих реакторов в зависимости от их назначения выбирают

по требуемому снижению срока службы короткого замыкания за реактором, по минимальному допустимому напряжению на шинах [2, 4, 5].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий [Текст] / Б. И. Кудрин. – М.: Интермет Инжиниринг, 2005. – 672 с.

2 Сибикин, Ю. Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок [Текст] / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин, В. А. Яш-ков. – М.: Высшая школа, 2001. – 336 с.

3 Федоров, А. А. Основы электроснабжения промышленных предприятий [Текст] / А. А. Федоров, В. В. Каменева. – М.: Энергия, 1979. – 408 с.

4 Мукосеев, Ю. Л. Электроснабжение промпредприятий [Текст] / Ю. Л. Мукосеев. – М.: Энергия, 1973. – 584 с.

5 Шпиганович, А. Н. Электроснабжение [Текст]: учебное пособие / А. Н. Шпиганович, А. А. Шпиганович. – Липецк: ЛГТУ 1998. – 80 с.

6 Правила устройства электроустановок [Текст]: утв. М-вом энергетики Рос. Федерации 08.06.02: ввод в действие с 01.01.03. – М.: ДЕАН, 2003. – 640 с.

Материал поступил в редакцию 01.06.18.

С. Э. Ахмет

Негізгі ажыратқыш және таратушы қосалқы станциялардың электр жабдықтарын таңдау

Энергетика факультеті,
С. Торайғыров атындағы
Павлодар мемлекеттік университеті,
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.
Материал 01.06.18 баспаға түсті.

S. Akhmet

Selection of electrical equipment of the main step-down and distribution substations

Faculty Energy Engineering,
S. Toraihyrov Pavlodar State University,
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.
Material received on 01.06.18.

Электр қондырғыларының өз ерекшеліктері бар. Бұл қуат көзі белгілі бір талаптарға сай болуы керек: электр энергетикалық

жүйелердің жобалау, салу және пайдалану және т.б. билік сенімділік, электр энергиясының сапасын, сақтық көшірме, жекелеген элементтерін қорғау, дұрыс таңдау кернеу электр транспорт анықтау орындау қажет, түрін таңдау үшін, трансформаторлық қосалқы станциялардың санын және қуатын, олардың түрлерін. қорғаныс жүйелері, реактивті қуат компенсациясы жүйелері және кернеуді реттеу әдістері. Бұл мәселелер назарға өндірістік процестердің жетілдіру, жеке қуат тұтынушылардың өсім әлеуетін және әрбір зауыт сипаттамаларын, зауыт, олардың тиімділігін арттыру үшін зауыт отырып шешілуі тиіс. Электр энергиясы тиісті сапада болуы керек. Электр энергиясының сапасын негізгі көрсеткіштері жиілігі мен кернеуі тұрақтылық, кернеу және синусоидалы ток және кернеу симметрия болып табылады. Электр энергиясының сапасы өнімнің сапасына және оның сабына байланысты. Олардың күрделілігіне, әдетте байланысты өндірістік процестерді өзгерту жаңарту және электрмен жабдықтау жүйелерін қалпына келтіру қажет етеді. Электр – маңызды ерекшелігі өнімнің пайдаланылатын жинақтау мүмкін еместігі болып табылады. Алынған барлық электр энергиясы дереу тұтынылады.

Electrical installations have their own specific features. Certain requirements are put on their power supply: reliability of power supply, quality of electricity, redundancy, protection of individual elements, etc. When designing, constructing and operating power supply systems, it is necessary to correctly select the voltages, determine electrical loads, choose the type, number and power of transformer substations, their protection systems types, reactive power compensation systems and methods for voltage regulation. These issues should be solved with due regard for the improvement of the technological production processes, the growth of the capacities of individual electric receivers and the characteristics of each enterprise, the shop, the installation, and the increase in the efficiency of their work. Electricity must be of appropriate quality. The main indicators of power quality are frequency and voltage stability, voltage and current sinusoidal and voltage symmetry. The quality of electricity depends on the quality of products and its quantity. The change in production processes, associated, as a rule, with their complication, leads to the need for modernization and reconstruction of power supply systems. An important feature is the impossibility of creating a stock of the used product – electricity. All received electricity is immediately consumed.

ГРНТИ 44.39.01

Д. С. Ахметбаев¹, А. Б. Ажаев²

¹д.т.н., и.о. профессора, Энергетический факультет, Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, 010000, Республика Казахстан;

²магистрант, Энергетический факультет, Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, 010000, Республика Казахстан

¹axmetbaev46@mail.ru; ²ali_47.94@mail.ru

О РАЗВИТИИ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ В КАЗАХСТАНЕ

В работе изложена объективная реальность развития ветроэнергетики в Казахстане и работы ряд ученых РК, занимающиеся исследованиями и разработкой ветроэнергетических установок. Приводятся энергетические свойства ВЭС 24 МВт установленной на Кордайском перевале в Жамбылской области, далее Ерейментауская ВЭС мощностью 45 МВт. С целью систематизации свойств энергии ветра составлен ветроэнергетический кадастр Ерейментауского региона. Определены временные характеристики ветроэнергетического кадастра для региона Ерейментау. Энергетические свойства ветра определены на основе использования данных измерений за 2015, 2016, 2017 годов. Основными характеристиками ветроэнергетического кадастра являются: средние скорости ветра, временные зависимости средней скорости ветра; повторяемость скоростей; максимальная скорость ветра; энергетические характеристики ветра; валовой и технический потенциал. Построены графики выработки электроэнергии.

Ключевые слова: Возобновляемые источники энергии, ветроэлектрическая станция, ветроэнергетика Казахстана, характеристики ветра.

1 ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ В КАЗАХСТАНЕ

Республика Казахстан очень богата возобновляемыми источниками энергии, в том числе и ветровыми ресурсами. Около 55 % территории РК имеют среднюю скорость ветра 4–5 м/с, а некоторые районы 6 м/с и выше. Это является отличной перспективой для использования энергии ветра в целях получения электроэнергии. По некоторым оценкам, РК, одна из стран мира, с наилучшими условиями для развития ветровой энергии. Самые ветреные места расположены в центре, на севере, юге, юго-востоке Казахстана и в Прикаспии.

В послании народу Казахстана Стратегия 2050 (2013г) Президент РК Назарбаев Н.А. обозначил, что до 50 % производимой в РК э/э должна быть с использованием ВЭР страны. В последние 4 года в РК введены Мойнакская ГЭС и 8 малых ГЭС (МГЭС) на общую мощность 324 МВт, из них только первая ГЭС 300 МВт. Введена Ерейментауская ВЭС мощностью 45 МВт в 150 км от Астаны. На Кордайском перевале (Жамбылская обл.) введена ВЭС 24 МВт. Планируется 104 МГЭС, 14 ВЭС и 11 СЭС в сумме 2732 МВт. В дальнейшем число объектов существенно увеличится. Для снижения себестоимости производимой ими электроэнергии необходимо повышать их эффективность этих электростанций. Особенно притягателен для строительства ВЭС Жетысуские (Джунгарские) ворота. Его удельный энергопотенциал в на один кв. км. в 7 раз превышает аналогичный показатель Европейских стран. Очень привлекателен гидроэнергопотенциал Восточного Казахстана, солнечная энергия восточной части Алматинской области и южных областей РК [1, 2, 3].

2 ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ КАЗАХСТАНА

По характеристикам энергопотенциала ветров (среднюю скорость ветра в году, его напор) территорию Республики можно разбить на ряд зон с характерными ветрами:

- ветры открытых степных пространств;
- ветры пограничной зоны полупустынь (пустынь) с большими открытыми водоемами (Каспийское море, озеро Балхаш, Алаколь и др.);
- ветры межгорных проходов и крупных ущелий восточного, юго-восточного, южного Казахстана («Джунгарские ворота», «Шелекский Коридор», Шокпар, Жангиз-Тобе, Кордай, Арыстан-Баб и др.);
- ветры складчатых гор центрального и западного Казахстана (Ерейментау, Улытау, Каркаралы, Мулгажар и др.).

В Республике Казахстан есть ряд конструкторов, которые занимаются исследованием и выпуском ветроэнергетических установок. Это академик, д.т.н. Ш. А. Ершин, академик, д.т.н. А. В. Болотов, профессор, д.т.н. Н. С. Буктуков, академик, д.т.н. Х. Ж. Байшагиров, профессор, д.т.н. М. Н. Комбаров и др. [4].

3 КЛИМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕТРОВОЙ ЭНЕРГИИ ЕРЕЙМЕНТАУСКОЙ ВЭС

Ветер на различных высотах в атмосфере Земли для каждой точки ее поверхности характеризуется скоростью, которая строго говоря, является случайной переменной в пространстве и времени, зависящей от многих факторов местности, сезона года и погодных условий. Поэтому все процессы,

напрямую связанные с использованием текущего значения скорости ветра, в частности, генерация электроэнергии в ветроэлектрических установках (ВЭУ), имеют сложный случайный характер, так что их характеристики обладают статистическим разбросом и неопределенностью средних ожидаемых значений. Для систематизации характеристик ветровой энергии можно использовать ветроэнергетический кадастр, представляющий совокупность аэрологических и энергетических характеристик ветра, позволяющий определить его энергетическую ценность, а также целесообразные параметры и режимы работы ВЭУ.

Основными характеристиками ветроэнергетического кадастра являются:

- средние скорости ветра, временные зависимости средней скорости ветра;
- повторяемость скоростей;
- максимальная скорость ветра;
- энергетические характеристики ветра;
- валовой и технический потенциал.

4 СРЕДНИЕ СКОРОСТИ ВЕТРА

Средняя скорость ветра представляется как среднеарифметическое значение, полученное из ряда замеров скорости, сделанных через равные интервалы времени в течение заданного периода. Для построения графиков приведенных ниже использовались готовые данные по средней скорости с подстанция 220/35 кВ «ВЭС Ерейментау-1».

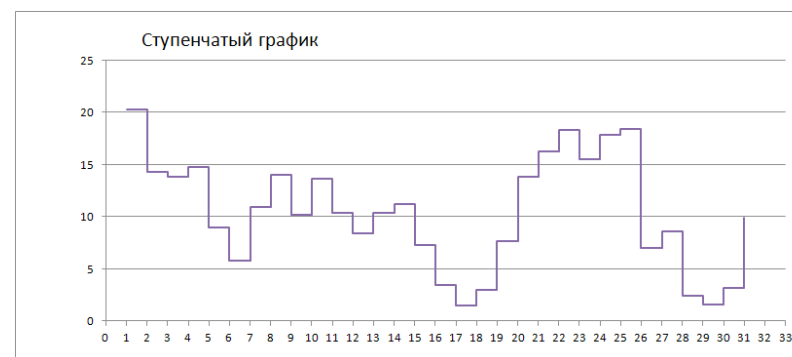


График 1 – Средняя скорость за январь месяц

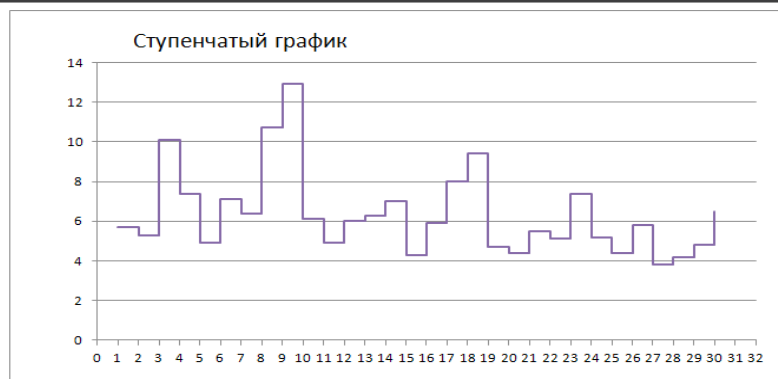


График 2 – Средняя скорость за июнь месяц

5 ВРЕМЕННЫЕ ЗАВИСИМОСТИ СРЕДНЕЙ СКОРОСТИ ВЕТРА

Суточный ход средней скорости ветра – это изменение усредненной скорости ветра по всем суткам в определенном месяце и по многолетним наблюдениям.

Годовой ход средней скорости ветра – это сезонное изменение средних скоростей ветра.

Временная зависимость средней скорости ветра имеет важное значение для согласования графика поступления ветровой энергии с графиком энергетической нагрузки потребителей.

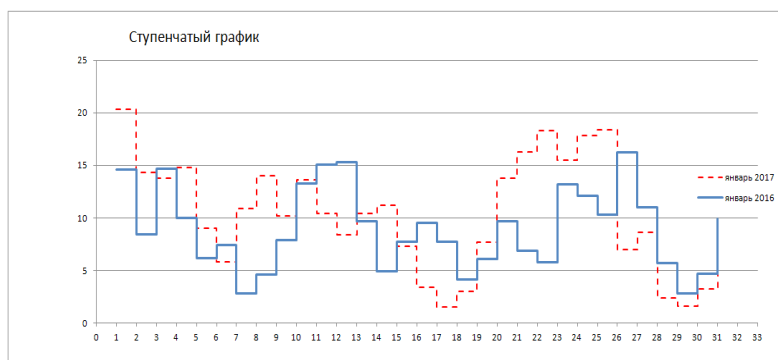


График 3 – Месячный ход скоростей ветра в январе 2016 и 2017 годах

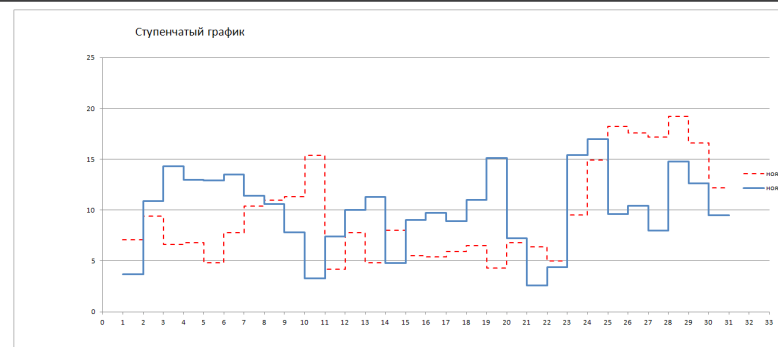


График 4 – Месячный ход скоростей ветра в ноябре 2015 и 2016 годах



График 5 – Полугодовой ход среднемесячных скоростей ветра Ерейментауской ВЭС

6 ПОВТОРЯЕМОСТЬ СКОРОСТИ ВЕТРА ПО ФАКТИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Производится отчет за время наблюдения, сколько раз скорость ветра попадает в соответствующий интервал (r_i) если общее число измерений составило (R), то вероятность (t_i) определяется по формуле:

$$t_i = r_i / R \text{ или } t_i \% = r_i / R_i \cdot 100 \quad (1.1)$$

Естественно, чем больше период наблюдений, тем выше достоверность полученных результатов.

Таблица 1 – Построения функции распределения скорости ветра

Интервалы м/с	0-1	2-3	4-5	6-7	8-9	10-11	12-13	14-15	16-17	18-20	21-24
Градация скорости, м/с	0-1,5	1,5-3,5	3,5-5,5	5,5-7,5	7,5-9,5	9,5-11,5	11,5-13,5	13,5-15,5	15,5-17,5	17,5-20,5	20,5-24,5
Средняя скорость в интервале	1,45	2,76	4,57	6,45	8,36	10,5	12,6	14,2	16,3	18,5	21
ti	2	12	28	44	33	24	14	9	8	8	1

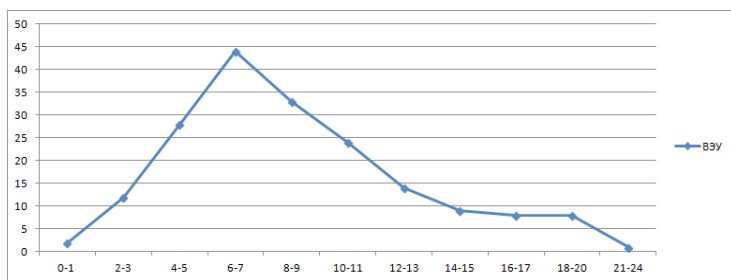


График 6 – Распределение скорости ветра по фактическим данным Ерейментауской ВЭС за январь-июнь 2017 год

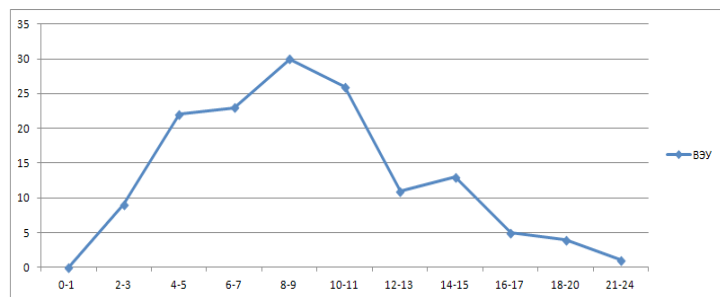


График 7 – Распределение скорости ветра по фактическим данным Ерейментауской ВЭС за август-декабрь 2015 год

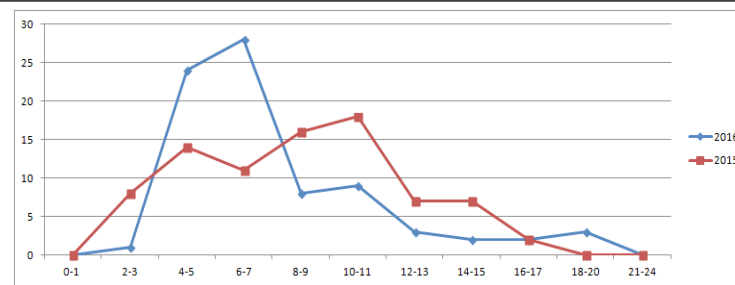


График 8 – Распределение скорости ветра по фактическим данным Ерейментауской ВЭС за сентябрь-ноябрь 2015 и 2016 года

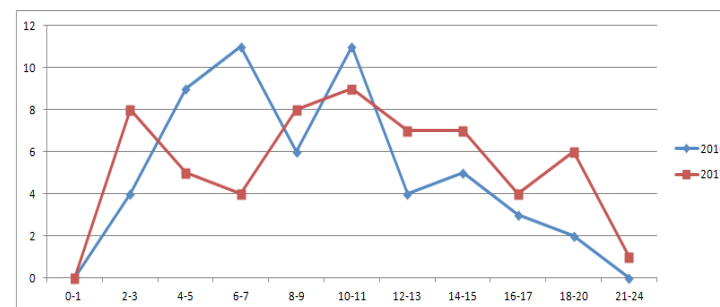


График 9 – Распределение скорости ветра по фактическим данным Ерейментауской ВЭС за январь-февраль 2016 и 2017 года

7 МАКСИМАЛЬНАЯ СКОРОСТЬ ВЕТРА

Максимальная скорость ветра является основной величиной для расчетов на устойчивость ВЭУ. Максимальная скорость, естественно, различна на высоте флюгера и на высоте оголовка ВЭУ.

Статистика ветра	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3
Высота над уровнем земли (м)	50.9	49.0	26.5
Минимальная скорость ветра (м/с)	0.0	0.0	0.0
Средняя скорость ветра (м/с)	7.89	7.83	7.34
Максимальная скорость ветра (м/с)	29.8	29.9	27.3
Скорость порывистого ветра (м/с)	37	38	35

Рисунок 10 – Статистические данные по ветру

8 ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕТРА

При отсутствии турбулентности объем воздуха, проходящий в единицу времени через поперечное сечение площадью А перпендикулярное к вектору

скорости ветра обладает кинетической энергией, вычисляемой по известной формуле. Поскольку речь идет об энергии в единицу времени, но это не что иное, как мощность, итак:

$$P_0 = mV^2/2 \quad (1.2)$$

Где масса «m» воздуха определяется как масса воздуха в объеме цилиндра или параллелепипеда с площадью основания A и длиной равной скорости V. С учетом плотности воздуха ρ, мгновенная мощность равна:

$$P_0 = 1/2 \rho A V^3 [\text{Вт}] \quad (1.3)$$

Средняя удельная мощность за период времени с учетом распределения скорости по градациям на этот период может быть определена по выражению:

$$\langle P \rangle = \sum_{i=1}^n P_{(vi)}^{xti} = 1/2 \cdot \rho \cdot \sum_{i=1}^n V_i^3 \cdot t_i \quad (1.4)$$

$$\langle P \rangle = 4,14^3 \cdot 13 \cdot 0,5 \cdot 1,197 = 552,088 \text{ Вт} \quad (1.5)$$

$$A \text{ удельная энергия } E_{\text{уд}} = \langle P \rangle \cdot T \quad (1.6)$$

Энергетическими характеристиками ветра являются валовой, технический ресурсы или потенциалы.

Валовой (теоретический) потенциал ветровой энергии региона – это часть среднесуточной суммарной ветровой энергии, которая доступна для использования на площади региона в течение одного года.

Удельный валовой потенциал ветровой энергии зоны определяется средней удельной мощностью ветрового потока <P>, кВт/м²:

$$W_{\text{ув}} = \langle P \rangle \cdot T/20 \quad (1.7)$$

$$W_{\text{ув}} = 552,088 \cdot \frac{8760}{20} = 24,1815 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/(\text{м}^2 \text{год}) \quad (1.8)$$

где T=8760 ч/год.

Общая площадь, пересекаемая воздушными потоками

$$S_{\text{расч}} = A \cdot n_p = \frac{a \cdot H \cdot b \cdot S}{20H \cdot 20}, \text{ где } S=ab; \quad (1.9)$$

$$S_{\text{расч}} = \frac{4630 \cdot 2570}{20} = 594955 \text{ м}^2 \quad (1.10)$$

Валовой потенциал зоны определяется по формуле:

$$W_{\text{в}} = W_{\text{ув}} \cdot S, \quad (1.11)$$

$$W_{\text{в}} = 24,1815 \cdot 594955 = 14386885 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/(\text{м}^2 \text{год}) \quad (1.12)$$

где S, м² – площадь зоны земной поверхности.

Таблица 2 – Среднегодовые скорости ветра v, м/с, и удельные валовые потенциалы, валовые потенциалы ветровой энергии территории Ерейментау W_{ув}, W_в кВт·ч/(м²год)

V	3,5-4,5	4,5-5,5	5,5-6,5	6,5-7,5	7,5-8,5	8,5-9,5	9,5-10,5	10,5-11,5	11,5-12,5
W _{ув}	24,18147	66,06971	116,1006	183,7112	272,4811	258,7238	299,7501	379,6318	333,2083
V	12,5-13,5	13,5-14,5	14,5-15,5	15,5-16,5	16,5-17,5	17,5-18,5	18,5-19,5	19,5-20,5	20,5-21,5
W _{ув}	393,9176	417,8677	350,3659	555,1928	250,8234	934,2108	179,8039	219,2938	242,7706
W _в	14386885	39308504	69074620	1,09E+08	1,62E+08	1,54E+08	1,78E+08	2,26E+08	1,98E+08
W _в	2,34E+08	2,49E+08	2,08E+08	3,3E+08	1,49E+08	5,56E+08	1,07E+08	1,3E+08	1,44E+08

9 ТЕХНИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ

Технический потенциал ветровой энергии региона – это суммарная электрическая энергия, которая может быть получена в регионе от использования валового потенциала ветровой энергии при современном уровне развития технических средств и соблюдений экологических норм.

Сумма технических потенциалов составляющих его зон представляет технический потенциал региона.

Технический потенциал может быть определен по формуле:

$$W_T = W_{\text{в}} \cdot C_p \cdot \eta_r \cdot \eta_p \cdot S_T/S \quad (1.13)$$

где: C_p – коэффициент использования энергии ветра, который зависит от скорости ветра по сложному закону, изменяясь от максимального значения по Жуковскому-Бетцу, равного 0,593, до минимального порядка 0,05.

Достигнутое максимальное значение составляет 0,4–0,45. Для указанных выше целей коэффициент принимается равным 0,4.

η_r и η_p – соответственно КПД генераторов и редуктора ветроустановки, значения которых можно принять равным 0,9;

S_T – площадь зоны на котором с учетом технических и экологических ограничений возможно размещение ветроустановок. Предварительные оценки показывают, что величина этой площади может колебаться от 10 до 30 % всей площади зоны. Принимаем S_T равным 18 %.

$$W_T = 3789450 \cdot 0,4 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,18 \cdot 107584/594955 = 221000 \text{ кВтч}/(\text{м}^2\text{год}) \quad (1.14)$$

Подставляя в формулу указанные выше значения получим соотношения между валовым и техническим потенциалами, равное: $W_T/W_B=0,06$. На основе анализа данных по отводу площадей для размещения ветроэнергетических установок и технических характеристик ВЭУ в ведущих странах мира принимаем, что технический потенциал региона составляет 6% от его валового потенциала. [5,6,7,8]

10 ГРАФИКИ ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Выработка электроэнергии зависит от многих факторов, но самый главный это ветер. На графиках показано выработки электроэнергии за январь месяц 2016 и 2017 годов и ноябрь 2015 и 2016. Практически каждый день происходит разная выработка электроэнергии. Сравнивая графики, видно, что выработка за январь 2017 год больше чем за 2016 и за ноябрь 2015 больше 2016. Это подтверждают и цифры средняя выработка за январь 2017 год составляет 628266,8 кВт*ч а за 2016 год 568302,6 кВт*ч в сутки, за ноябрь 2015 составляет 698026,6 кВт*ч а за 2016 год 486511 кВт*ч в сутки

Используя данные за январь месяц 2016 и 2017 года и ноябрь 2015 и 2016 года, находим среднюю выработку электроэнергии равной 598284,7 кВт*ч в сутки и 591841 кВт*ч.

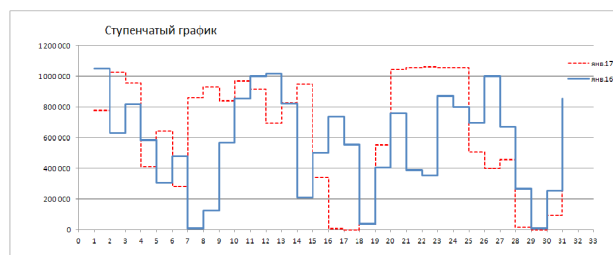


График 11 – Выработка электроэнергии за январь 2016 и 2017 года

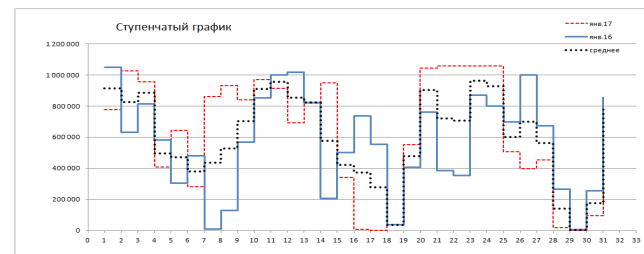


График 12 – Выработка электроэнергии за январь 2016 и 2017 года и средняя выработка

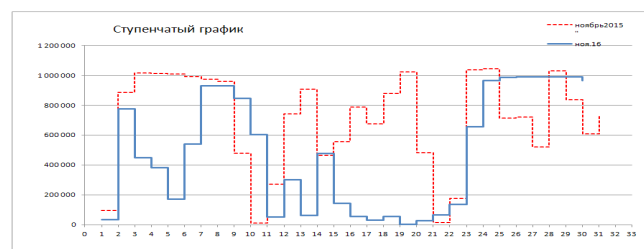


График 13 – Выработка электроэнергии за ноябрь 2016 и 2015 года

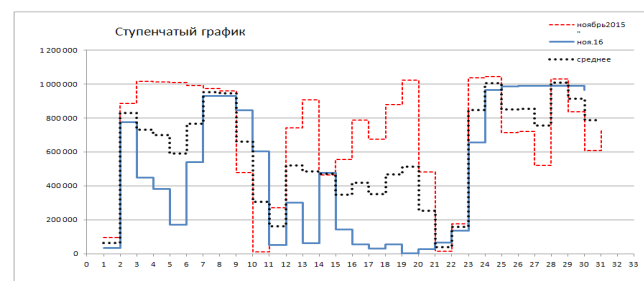


График 14 – Выработка электроэнергии за ноябрь 2016 и 2015 года и средняя выработка

На основании месячного графика выработки электроэнергии, для сравнительной оценки часов использования максимальной нагрузки (T_{max}) зимнего периода, найдены следующие:

$$T_{max \text{ январь } 2017} = \frac{W_{год}}{P_{max}} = \frac{20104537}{1058310/24} = 456 \text{ ч} \quad (1.15)$$

$$T_{\max \text{ январь } 2016} = \frac{W_{\text{год}}}{P_{\max}} = \frac{18185683}{1047750/24} = 417 \text{ ч} \quad (1.16)$$

$$T_{\max \text{ ноябрь } 2015} = \frac{W_{\text{год}}}{P_{\max}} = \frac{21958596}{1043460/24} = 505 \text{ ч} \quad (1.17)$$

$$T_{\max \text{ ноябрь } 2016} = \frac{W_{\text{год}}}{P_{\max}} = \frac{15603810}{989010/24} = 379 \text{ ч} \quad (1.18)$$

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Ахметбаев, Д. С., Комбаров, М. Н., Орсариева, А. А.** Повышение эффективности ветро- и гидроэнергоресурсов Казахстана: Монография – Павлодар, 2016. – 134 с.

2 **Комбаров, М. Н., Сулейменова, Г. С.** К вопросу освоения энергии ветров в Джунгарских Воротах / Энергетика и топливные ресурсы Казахстана. – Алматы, 1993. – № 4. – С. 62–69.

3 **Комбаров, М. Н., Камбаров, С. М.** Специальная ветроэнергетическая установка для Джунгарских ворот / Энергетика и топливные ресурсы Казахстана. – 1994. – №12. – С. 67.

4 **Комбаров, М. Н.** Аспекты форсированного развития ветроэнергетики Казахстана / Вестник Академия Естественных наук. – 2015. – № 2.

5 **Безруких, П. П.** Ветроэнергетика. (Справочное и методическое пособие). М. : – ИД «ЭНЕРГИЯ». 2010, 320 с.

6 **Безруких, П. П.** Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России / П. П. Безруких, Г. А. Арбузов. СПб : Наука, 2002.

7 **Безруких, П. П.** Возобновляемая энергетика: стратегия, ресурсы технологии / П. П. Безруких, Д. С. Стребков. М., 2004.

8 **Твайделл, Д.** Возобновляемые источники энергии / Д. Твайделл. М. : Энергоатомиздат, 1990.

Материал поступил в редакцию 01.06.18.

Д. С. Ахметбаев¹, А. Б. Ажаев²

Жел энергетикасының Қазақстанда дамуы туралы

^{1,2}Энергетикалық факультеті,

С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті,

Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы.

Материал 01.06.18 баспаға түсті.

D. S. Akhmetbayev¹, A. B. Azhaev²

On the development of wind power in Kazakhstan

^{1,2}Energy Faculty,

S. Seifullin Kazakh AgroTechnical University,

Astana, 010000, Republic of Kazakhstan.

Material received on 01.06.18.

Бұл мақалада жел энергетикасының дамуының объективті шындықтары сипатталған және жел электр станцияларын зерттеу және дамытумен айналысатын ҚР бірқатар ғалымдардың жұмыстары келтірілген. Жамбыл облысындағы Қордай асуында орнатылған 24 МВт жел электр станциясының және қуаты 45 МВт болатын Ерейментау жел электр станциясының энергетикалық қасиеттері берілген. Жел энергиясы қасиеттерін жүйелендіру үшін Ерейментау аймағының жел энергетикалық кадастрі құрастырылды. Ерейментау ауданы үшін жел энергетикасы кадастрының уақыт сипаттамасы анықталды. Желдің энергетикалық қасиеттері 2015, 2016, 2017 жылдары арналған өлшеу кезіндегі деректерін пайдалану негізінде анықталған. Жел энергетикасы кадастрының негізгі сипаттамалары: желдің орташа жылдамдығы, желдің орташа жылдамдығының уақыт тәуелділігі; жиіліктің қайталануы; желдің ең жоғары жылдамдығы; желдің энергетикалық сипаттамалары; жалпы және техникалық әлеует. Электр энергиясын өндіру кестелері көрсетілген.

The article describes the objective reality of the development of wind power in Kazakhstan and the work of a number of scientists of the RK engaged in research and development of wind power plants. The energy properties of a 24 MW wind farm installed at the Kordai Pass in the Zhambyl region are listed, followed by the Ereimentau wind farm with a capacity of 45 MW. In order to systematize the properties of wind energy, the wind energy cadastre of the Ereimentau region was compiled. Time characteristics of the wind energy cadastre for the Ereimentau region are determined. Energy properties of the wind are determined on the basis of the use of measurement data for 2015, 2016, 2017. The main characteristics of the wind power cadastre are: average wind speeds, time dependencies of the average wind speed; frequency repeatability; maximum wind speed; wind energy characteristics; gross and technical potential. Electricity production graphs are constructed.

**А. М. Ахметбекова¹, Ә. К. Ерқоңыр²,
М. Р. Боранбай³, К. Н. Оразбаев⁴**

¹к.т.н., доцент, кафедра «Электроэнергетика и охрана труда», Горно-технологический институт, Жезказганский университет имени О. А. Байконурова, г. Жезказган, 100600, Республика Казахстан;

²к.т.н., доцент, кафедра «Электроэнергетика и охрана труда», Горно-технологический институт, Жезказганский университет имени О. А. Байконурова, г. Жезказган, 100600, Республика Казахстан;

³к.т.н., доцент, кафедра «Электроэнергетика и охрана труда», Горно-технологический институт, Жезказганский университет имени О. А. Байконурова, г. Жезказган, 100600, Республика Казахстан;

⁴аспирант, кафедра «Возобновляемые источники энергии», Энергетический факультет, Кыргызский государственный технический университет имени И. Раззакова, г. Бишкек, 720044, Кыргызская Республика
e-mail: ⁴kazbek_orazbaev@mail.ru

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ШУМА В КОРПУСЕ СРЕДНЕГО ДРОБЛЕНИЯ ЖЕЗКАЗГАНСКОЙ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ

В статье рассмотрены пути снижения производственного шума в корпусе среднего дробления ЖОФ № 1 Жезказганской обогатительной фабрики № 1 ТОО «Корпорация Казахмыс», которые направлены на улучшение здоровья сотрудников на рабочем месте.

Эта проблема относится к числу наиболее актуальных проблем, связанных с оценкой поведения различных конструкций в условиях воздействия интенсивных импульсивных нагрузок, которые возникают при эксплуатации современного оборудования.

Выполнение работ в условиях сильного производственного шума может вызвать головную боль, головокружение, потерю концентрации. Шум вредно влияет на центральную нервную и сердечно-сосудистую систему, на функции желудка, желез внутренней секреции и другое.

Следствием вредного действия производственного шума могут быть профессиональные заболевания, повышение общей заболеваемости, снижение работоспособности, повышение степени риска травм и несчастных случаев.

В связи с этим, тема научной статьи является весьма актуальной, так как безопасность труда на производстве – залог успеха производителя. Стоит также отметить, что обеспечение безопасности труда на производстве является важным фактором правильной деятельности предприятия.

Данные мероприятия позволят повысить трудоспособность рабочих и создать благоприятные условия труда.

Ключевые слова: производственный шум, снижение слуха, виброгрохот, предельно-допустимый уровень.

ВВЕДЕНИЕ

Снижение шума в жизнедеятельности человека становится актуальной проблемой. Среди всех шумов, оказывающих воздействие на человека, выделяется шум производственного происхождения. Уровень производственного шума существенно вырос. Это вызвано использованием высокопроизводительных машин и механизмов, возрастанием рабочих скоростей. Одним из самых распространенных видов производственного шума является механический шум. Уровни этого шума достигают 120 дБ. Во многих отраслях промышленности преобладают шумы импульсные и ударные, которые выделяются как весьма вредные. Неожиданные и ударные шумы могут вызвать реакцию испуга и неадекватность поведения. Своеобразное негативное действие шума ударного происхождения может вызвать повышение кровяного давления, частоты дыхания, синусовую аритмию и снизить умственную работоспособность [1].

Шум наносит вред не только здоровью людей, но и экономике страны. Так люди, занятые трудом умственной напряженности, делали на фоне шума в 70 дБ почти в два раза больше ошибок, чем в тишине. Работоспособность занятых умственным трудом падает примерно на 60 %, а физическим – на 30%. Шум ударного происхождения наиболее характерен для промышленности (обогащение полезных ископаемых, металлургия, машиностроение, транспорт) и обуславливает соударение машин и механизмов в процессе работы. Эта проблема относится к числу наиболее актуальных проблем, связанных с оценкой поведения различных конструкций в условиях воздействия интенсивных импульсивных нагрузок, которые возникают при эксплуатации современного оборудования [2].

Работа в условиях сильного шума может вызвать головную боль, головокружение, ослабление внимания. Шум вредно влияет на центральную нервную и сердечно-сосудистую систему, на функции желудка, желез внутренней секреции и другое.

Следствием вредного действия производственного шума могут быть профессиональные заболевания, повышение общей заболеваемости, снижение работоспособности, повышение степени риска травм и несчастных случаев [3].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

На территории Жезказганской промышленной площадки действует ЖОФ № 1, на которой перерабатываются медные руды Жезказганского месторождения.

В корпусе среднего дробления ЖОФ № 1 уровень шума составляет 97 дБ. Основной шум исходит при работе производственного оборудования – грохота.

По санитарным нормам уровень параметров шума определяется в децибелах (L, дБ). В производственных помещениях уровень шума не должен превышать 75дБ [4].

Патогенез. Механизм действия шума на организм сложен и недостаточно изучен. Когда речь идет о влиянии шума, то обычно основное внимание уделяют состоянию органа слуха, так как слуховой анализатор в первую очередь воспринимает звуковые колебания и поражение его является адекватным действием шума на организм. Наряду с органом слуха восприятие звуковых колебаний частично может осуществляться и через кожный покров рецепторами вибрационной чувствительности.

Изменения, возникающие в органе слуха, некоторые исследователи объясняют травмирующим действием шума на периферический отдел слухового анализатора – внутреннее ухо. Этим же обычно объясняют первичную локализацию поражения в клетках внутренней спиральной борозды и спирального органа. Имеется мнение, что в механизме действия шума на орган слуха существенную роль играет перенапряжение тормозного процесса, которое при отсутствии достаточного отдыха приводит к истощению звуковоспринимающего аппарата и перенапряжению клеток, входящих в его состав. Некоторые авторы склонны считать, что длительное воздействие шума вызывает стойкие нарушения в системе кровоснабжения внутреннего уха, которые являются непосредственной причиной последующих изменений в лабиринтной жидкости и дегенеративных процессов в чувствительных элементах спирального органа.

Возникновение неадекватных изменений и ответ на воздействие шума обусловлено обширными анатомо-физиологическими связями слухового анализатора с различными отделами нервной системы. Акустический раздражитель, действуя через рецепторный аппарат слухового анализатора, вызывает рефлекторные сдвиги в функциях не только его коркового отдела, но и других органов.

Клиника. Основным признаком воздействия шума является снижение слуха по типу кохлеарного неврита. Профессиональное снижение слуха бывает обычно двусторонним [5].

Медицинскими противопоказаниями к допуску на работу, связанную с воздействием интенсивного шума, является стойкое понижение слуха, хотя бы на одно ухо, любой этиологии.

Стойкие изменения слуха вследствие воздействия шума, как правило, развиваются медленно. Нередко им предшествует адаптация к шуму, которая характеризуется нестойким снижением слуха, возникающим непосредственно после его воздействия и исчезающим вскоре после прекращения его действия. Начальные проявления профессиональной тугоухости чаще всего встречаются у лиц со стажем работы в условиях шума около 5 лет. Риск потери слуха у работающих при десятилетней продолжительности воздействия шума составляет 10 % при уровне 90 дБ (шкала А), 29 % – при 100 дБ (шкала А) и 55 % – при 110 дБ (шкала А).

Для снижения механического шума применяются детали из нешумящих материалов, вибропоглощающие прокладки и эластичные муфты. При невозможности снижения шума в самих источниках его образования они заключаются в звукопоглощающие кожухи и в замене грохота [6].

Для снижения шума в корпусе среднего дробления ЖОФ № 1 предлагается замена грохота ГИТ 71 на виброгрохот ВГ–1 ООО «Кситикс» (рисунок 1).

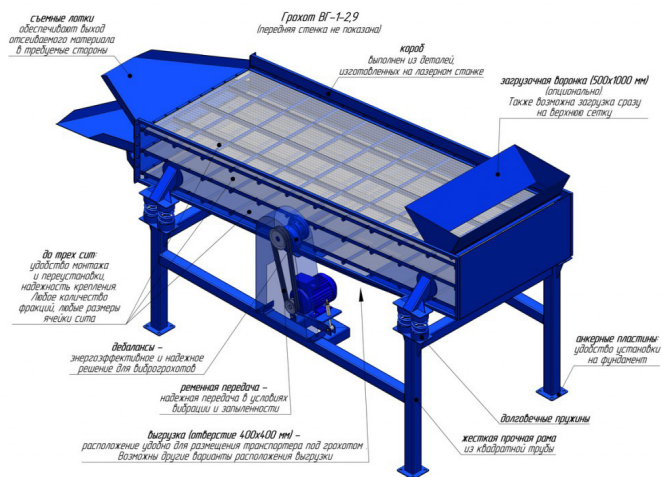


Рисунок 1 – Виброгрохот ВГ-1 ООО «Кситикс»

Характеристика виброгрохота ВГ-1 ООО «Кситикс»:

1 Виброгрохот позволяет рассеивать руду на фракции. Также можно использовать виброгрохот для просеивания больших объемов руды и получения конечного материала нужной фракции. За счет использования дисбалансов с низкой частотой и высокой амплитудой вибрации возможно просеивать влажную руду с высокой производительностью.

2 Производительность до 20 м³/час;

3 Конкурентные преимущества:

- Рама сделана из квадратной трубы с жесткими конструкционными частями. Это обеспечивает предельную долговечность и надежность.
- На одном виброгрохоте можно получать 3 фракции материала (типовая модель) или более.
- Простота смены сеток и монтажа.
- Продуманная конструкция – обеспечены удобные выходы материала и его подача.
- Высокая эффективность – достигается за счет использования специальных дисбалансов, а не типовых вибраторов.

4 Основные характеристики виброгрохота ВГ-1 даны в таблице 1.

Таблица 1 – Основные характеристики виброгрохота ВГ-1

Наименование показателей	Модель ВГ-1-1,2
Установленная мощность, кВт	2

Напряжение питания, В	380
Вес	380 кг
Производительность	до 5 м³/час

5 Габаритные размеры:

ООО «Кситикс» производит грохоты любых размеров и конфигураций. Производимая продукция отличается высоким качеством и долговечностью и поставляется не только по всей России но и за рубеж.

Виброгрохоты могут производиться для отсева на нужное количество фракций с требуемой производительностью. Также может быть спроектирована автоподача и взвешивание компонентов.

Виброгрохот ВГ-1 производится по мировым стандартам – сначала проектируется на компьютере, потом на лазерной резке изготавливаются детали с очень высокой точностью и потом происходит сборка и покраска. За счет этого производимое оборудование отличается высоким качеством и долговечностью.

Главной особенностью виброгрохота ВГ-1 является полиуретановые сита. Производство осуществляется методом свободного литья на современном высококлассном оборудовании с использованием высококачественного сырья при точном соблюдении всех требований к технологическому процессу, что позволяет обеспечить стабильно высокий уровень качества [6].

Специалисты предприятия при работе с заказчиком оказывают всестороннюю поддержку в вопросах технологии применения полиуретана.

Свойство полиуретана:

- Высокая абразивная устойчивость. Благодаря этому свойству полиуретаны стали известны в технике. Изделия из полиуретанов до 50 раз долговечнее резин, пластиков, в некоторых применениях – цветных и черных металлов. Эта долговечность часто означает, что полиуретановые детали могут быть сделаны с меньшим по весу количеством материала, требовать меньше затрат на обслуживание, создавая в итоге значительную экономию средств.

- Твердость по Шору в диапазоне 30А-80Д шкалы твердости. Полиуретан – один из самых жестких, наиболее абразивно-стойких эластомеров, не подверженных разлому под нагрузками.

- Высокая прочность на разрыв и сопротивление распространению надрезов, устойчивость к воздействию рубящих ударов. Изделия из полиуретанов сохраняют форму и механические свойства после приложения циклических нагрузок.

- Высокая эластичность. Изделия из полиуретанов хорошо противостоят многократным изгибам без разрушения. Высокая прочность полиуретанов

позволяет использовать их в тонких слоях для повышения эластичности в динамических применениях.

- Коэффициент трения. Полиуретаны могут быть изготовлены с коэффициентом трения от очень низкого, подобно втулкам, подшипникам или сменным вкладышам, до очень высокого, подобно шинам или валам. Естественная смазывающая способность полиуретанов позволяет их использование с другими движущимися частями без смазок.

- Температурный диапазон эксплуатации изделий от – 50 до +80 °С, кратковременно до +100 °С. Полиуретаны остаются гибкими при очень низких температурах и обладают выдающимся сопротивлением тепловому удару.

- Высокая упругость и эластичность в широком диапазоне твердости, сопротивление многократным деформациям и изгибам без разлома. Удлинение до 650 %.

- Низкая остаточная деформация при снятии нагрузки. Полиуретаны имеют высокую допустимую нагрузку на сдвиг.

- Хорошая адгезия к большинству материалов. Возможность изготовления армированных деталей.

- Хорошая химическая стойкость к маслам, нефти, органическим растворителям.

- Использование полиуретанов позволяет уменьшить вес изделия до 50 %, снизить уровень вибраций и системного шума работающих механизмов в сравнении с металлами.

- Большинство полиуретанов – превосходные электрические изоляторы.

При замене грохота необходимо, прежде всего, определить его требуемую акустическую эффективность.

Требуемая акустическая эффективность определяется по формуле:

$$\Delta L_{\text{эф.тр.}} = L - L_{\text{доп}} + 5 \text{ дБ.} \quad (1.1)$$

где L – октавный уровень звукового давления в расчетной точке;

$L_{\text{доп}}$ – допустимый по нормам уровень звукового давления в расчетной точке (на рабочем месте), дБ.

$$\begin{aligned} \Delta L_{\text{эф.тр.}} &= 97 - 75 + 5 \text{ дБ;} \\ \Delta L_{\text{эф.тр.}} &= 27 \text{ дБ.} \end{aligned}$$

Акустическая эффективность грохота зависит от звукоизолирующей способности его стенок, размеров кожуха и источника шума, наличие звукопоглощающей облицовки под кожухом, от способа установки грохота.

Звукоизолирующая способность стенок грохота определяется поверхностной плотностью и жесткостью, в большей степени зависит от формы стенки (в данном случае плоская), и ее размеров. Кроме того, звукоизолирующая способность меняется при замене грохота [7].

Эмпирическая зависимость между этими величинами:

$$\Delta L_{\text{эф.к.}} = R_{\text{к}} - 10 \lg S_{\text{к}} / S_{\text{ист}} \text{ дБ.} \quad (1.2)$$

где $\Delta L_{\text{эф.к.}}$ – акустическая эффективность кожуха, дБ;

$R_{\text{к}}$ – звукоизолирующая способность стенки грохота, дБ;

$S_{\text{ист}}$ – площадь воображаемой поверхности, вплотную окружающей источник шума, м².

$$\begin{aligned} \Delta L_{\text{эф.к.}} &= 97 - 10 \lg 80 / 64 \text{ дБ;} \\ \Delta L_{\text{эф.к.}} &= 97 - 10 \cdot 0,12 = 95,8 \text{ дБ.} \end{aligned}$$

Требуемая звукоизолирующая способность стенок грохота $R_{\text{к.тр.}}$ зависит от требуемой эффективности кожуха и определяется по формуле:

$$R_{\text{к.тр.}} = \Delta L_{\text{эф.тр.}} + 10 \lg S_{\text{к}} / S_{\text{ист}} \text{ дБ.} \quad (1.3)$$

где $\Delta L_{\text{эф.тр.}}$ – требуемая акустическая эффективность грохота, определяемая по формуле (1.1)

$$\begin{aligned} R_{\text{к.тр.}} &= 27 + 10 \cdot \lg 80 / 64; \\ R_{\text{к.тр.}} &= 28,2 \text{ дБ.} \end{aligned}$$

ВЫВОДЫ

На основании расчетов видно, что выбранный виброгрохот ВГ-1 позволил снизить уровень шума на 28,2 дБ, т.е. до предельно-допустимого уровня.

Таким образом, для снижения шума в корпусе среднего дробления ЖОФ№1 предложен самый эффективный и распространенный метод снижения производственного шума на пути его распространения виброгрохот ВГ-1, что позволит снизить уровень шума с 97 дБ до 68,8 дБ, т.е. до ПДУ. Данное мероприятие позволит повысить трудоспособность рабочих и создать благоприятные условия труда.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Хакимжанов, Т. Е.** Охрана труда : Учебное пособие для вузов – Алматы : Эверо, 2006.

2 **Ishii Akira.** Звуковое окружение и обучение охране окружающей среды. Nihon onkyo gakkaiishi. // J.Acoust. Soc. Jap. – 1996. – 52. – № 10. – С. 800–804 (РЖ «Физика», 18-серия, сводный том, II-часть, № 8).

3 **Shioda Masazumi.** Современное состояние исследований окружающих вибраций и их перспективы. Nihon onkyo gakkaiishi. // J.Acoust. Soc. Jap. – 1996. – 52. – № 11. – С. 896–899. – Яп. (РЖ «Физика», 18-серия, сводный том, II-часть, № 8, 1997. – 21–22 с.).

4 **Моршинин, В. М.** Охрана труда на обогатительных фабриках. – М. : Недра, 1986. – 30 с.

5 Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда) : Учебное пособие для вузов / П. П. Кукин, В. Л. Лапин, Е. А. Подгорных и др. – М. : Высш.шк., 1999. – 318 с. : ил.

6 **Саградян, А. Л., Суворовская, Н. А.** Контроль технологического процесса флотационных фабрик. – М. : Недра, 1964. – 374 с.

7 **Орлов, Г. Г.** Охрана труда в строительстве. Учеб. для строит. специальностей вузов. – М. : Высш. шк., 1984. – 343 с.: ил. С. 94–103.

Материал поступил в редакцию 01.06.18.

А. М. Ахметбекова¹, Ә. К. Ерқоңыр², М. Р. Боранбай³, Қ. Н. Оразбаев⁴

Жезқазған байыту фабрикасының орташа ұнтақтау корпусындағы өндірістік шуды төмендету жолдары

^{1,2,3}Ө. А. Байқоңыров атындағы Жезқазған университетінің

Тау-кен технологиялық институты,

Жезқазған қ., 100600, Қазақстан Республикасы;

⁴Энергетикалық факультет,

И. Раззаков атындағы Қырғыз мемлекеттік техникалық университеті,

Бішкек қ., 720044, Қырғыз Республикасы.

Материал 01.06.18 баспаға түсті.

А. М. Akhmetbekova¹, А. К. Erkongyr², М. R. Boranbay³, К. N. Orazbayev⁴

Ways of the in-plant noise reduction in the medium crushing bulk of the Zhezkazgan ore-dressing plant

^{1,2,3}Mining-Technological Institute, Zhezkazgan Baikonurov University, Zhezkazgan, 100600, Republic of Kazakhstan;

⁴Power Engineering Faculty, Kyrgyz State Technical University after I. Razzakov, Bishkek, 720044, Kyrgyz Republic.

Material received on 01.06.18.

Мақалада № 1 Жезқазған байыту фабрикасындағы орташа ұнтақтау корпусында қызметкерлердің денсаулығын жақсарту мақсатында өндірістік шуды төмендету жолдары қарастырылған.

Қазіргі кезде бұл өте өзекті мәселе болып табылады. Заманауи қондырғыны пайдалану кезінде туындайтын интензивті импульсті жүктемелер әсерінен әр түрлі қондырғылардың жағдайын бағалаумен байланысты.

Қатты өндірістік шу жағдайында жұмыс істеу бастың ауыруына, айналуына, зейінің жоғалуына алып келуі мүмкін. Шу орталық жүйке және жүрек қан-тамырлары жүйесіне, асқазанның, ішкі секреция бездерінің жұмысына және т.б. зиянды әсер етеді.

Өндірістік шудың зиянды әсерінің салдары ретінде кәсіби аурулар, жалпы науқастандың артуы, жұмыс істеу қабілетінің артуы, жарақат алу қаупі дәрежесі мен қайғылы жағдайлардың көбеюі болуы мүмкін.

Осыған байланысты, бұл ғылыми мақаланың тақырыбы маңызды сипатқа ие болады, себебі өндірістегі еңбек қауіпсіздігі – өндіруші жетістігінің кепілі болып табылады. Тағы бір айта кетерлігі, өндірісте еңбек қауіпсіздігін қамтамасыз ету кәсіпорынның дұрыс жұмысының маңызды факторы болып табылады.

Берілген іс-шара жұмыскерлердің еңбекке қабілеттілігін арттырып, өнімді еңбек етуге мүмкіндік береді.

The article considers ways to reduce in-plant noise in the medium crushing bulk of the Zhezkazgan ore-dressing plant No. 1 «Kazakhmys Corporation» LLP, which aims to improve the health of employees in the workplace.

This problem is among the most urgent problems related to the evaluation of the behavior of different structures under exposure to intense impulsive loads which occur during operation of modern equipment.

Performing work in conditions of in-plant noise can cause headache, dizziness, loss of concentration. Noise has a harmful effect on the central nervous and cardiovascular system, on the functions of the stomach, endocrine glands and etc.

A consequence of the harmful effect of in-plant noise can be occupational diseases, an increase in the overall morbidity, a decrease in working capacity, an increased risk of injury and accidents.

In this regard, the topic of the scientific article is very relevant, because occupational safety at work is the key to the success of the manufacturer. It is also worth noting that ensuring occupational safety at work is an important factor in the proper operation of the enterprise.

This event will enhance the employability of workers and create favourable conditions of work.

ГРНТИ 681.51:621.311.22

Ш. М. Байматаева¹, Н. П. Сапарходжаев²

¹к.т.н., доцент, Институт информационных и телекоммуникационных технологий, Сатпаев университет, г. Алматы, 050013, Республика Казахстан; ²PhD, Институт информационных и телекоммуникационных технологий, Сатпаев университет, г. Алматы, 050013, Республика Казахстан
e-mail: ²b_shm@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ РЕШЕНИЯ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ

В данной статье исследованы вопросы устойчивости решения систем дифференциальных уравнений при моделировании тепловых процессов в системах с распределенными параметрами. Показано, что применение численно-аналитического метода решения линейных дифференциальных уравнений дает достаточно точные результаты при моделировании таких систем.

Ключевые слова: тепловые процессы, устойчивость, парогенератор, системы с распределенными параметрами.

ВВЕДЕНИЕ

Математическая модель процессов в технологических агрегатах тепловой станции является одним из основных элементов программно-технического комплекса по управлению станцией. Наиболее разработанные модели для определения динамики давления, температуры и расхода в пароводяном объеме представляют собой системы дифференциальных уравнений в частных производных для отдельных единиц оборудования и системы уравнений теплового и материального баланса [1–4]. Для реализации линейных и нелинейных моделей используются численные методы решения систем дифференциальных уравнений. При моделировании подобных систем с использованием обычных методов интегрирования дифференциальных уравнений шаг интегрирования лимитируется наименьшей постоянной времени. Разделение системы уравнений на части и решение каждой подсистемы со своим шагом существенно усложняют алгоритм расчета при большом числе подсистем. В связи с этим проблема повышения устойчивости решения систем дифференциальных уравнений является актуальной.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Для реализации алгоритмов расчета используется численно-аналитический метод решения систем дифференциальных уравнений с нелинейной правой частью [5]. Для проверки возможности моделирования переходных процессов исследовалась динамика изменения температуры и расхода. Для реализации алгоритмов расчета используется численно-аналитический метод решения систем дифференциальных уравнений. При построении модели необходимо располагать решениями во временной области для линейной модели по всем каналам возмущающих воздействий. Сущность метода заключается в использовании на каждом шаге расчета решений во временной области для линейной распределенной модели. Поэтому при построении модели необходимо располагать решениями во временной области для линейной модели по всем каналам возмущающих воздействий.

Изменение температуры

Решение, полученное с помощью преобразования Лапласа в форме передаточных функций по каналу «температура на входе-температура на выходе» имеет вид [6]:

$$W_{т1} = e^{-\frac{T_M T s^2 + (T_M + T)s}{T_M s + 1}} \xi \tag{1}$$

где, s – переменная преобразования Лапласа;

Изменение расхода

Передаточные функции расхода определяются из уравнения сплошности (1), считая отклонение температуры $\Delta t(z, \tau)$ известной величиной, а отклонение давления в соответствии с допущением $p(z) = const$ равным $\Delta p(z, \tau) = \Delta p_1(\tau)$. Например, решение в виде передаточных функций по каналу «расход на входе -расход на выходе» имеет вид:

$$W_{D_B D_{B1}} = 1 + \frac{\chi \xi K_B}{T_M} \left[\frac{1}{s + s_0} - \frac{s + a_0}{\xi T_B s(s + s_0)^2} (1 - W_{т1}) \right] \tag{2}$$

где $\chi = -\frac{D_{b0}}{\rho_0} \frac{\partial \rho}{\partial t}$; $a_0 = \frac{1}{T_M}$.

Для проверки возможности моделирования переходных процессов исследовалась динамика изменения температуры и расхода. Влияние шага расчета на точность переходных процессов при изменении температуры иллюстрируется графиками переходных процессов. При скачкообразном изменении входных воздействий переходные процессы дают хорошее совпадение по всем каналам возмущений.

Исследования метода также проводились при наиболее существенной форме возмущений – синусоидальной. На следующем рисунке показано совпадение точного решения и полученного численно-аналитическим методом при $T_M = 25$ и $\Delta t = 0,7c$ при синусоидальном возмущении $\Delta t_1 = 0,98 \sin(0,02\tau)$ при изменении температуры:

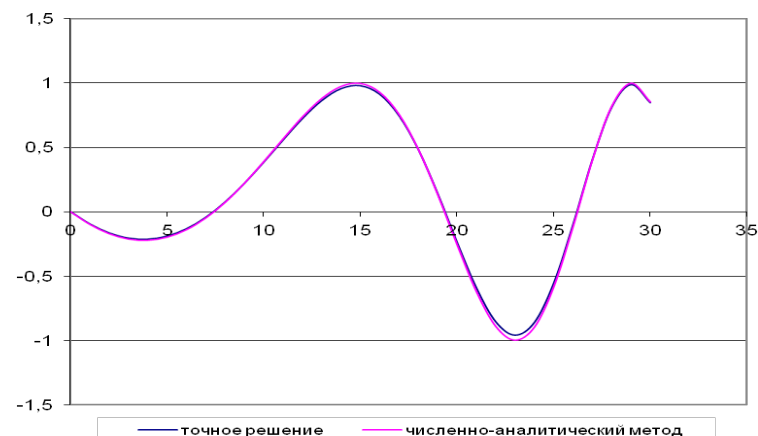


Рисунок 1 – Изменение температуры при синусоидальном возмущении

В данном случае при низкочастотных синусоидальных возмущениях при $\Delta t = 0,7c$ погрешность решения не превосходит 10 %. Дальнейшее увеличение шага расчета приводит к некоторому снижению точности решения, но не грозит быстрой потерей устойчивости решения.

На следующем рисунке приведена реакция системы на синусоидальное возмущение расходом пара. На рисунке показано совпадение точного и полученного численно-аналитическим методом при $\Delta t = 0,3c$, $T = 10$ для входных возмущений синусоидальной формы $D_1 = D_{1,0} + 0,1 * \sin(0,1t)$.

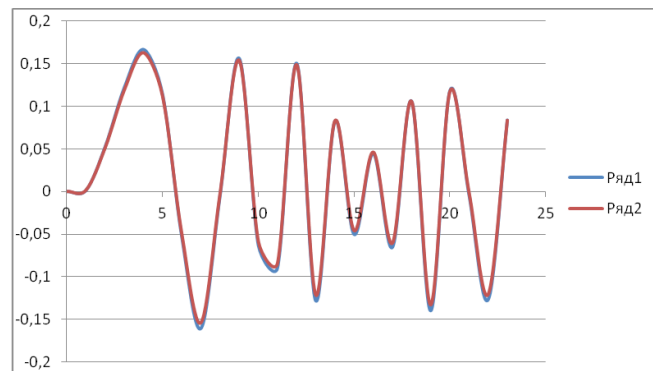


Рисунок 2 – Изменение расхода при синусоидальном возмущении

При таком шаге расчета погрешность решения не превосходит 10 % величины возмущения. При дальнейшем повышении шага по времени точность уменьшается, но информация о переходном процессе сохраняется. Увеличение шага расчета до величины T приводит к потере устойчивости решения.

ВЫВОДЫ

Статья посвящена исследованию устойчивости решения системы дифференциальных уравнений при моделировании тепловых процессов. Исследована возможность применения численно-аналитического метода линейных дифференциальных уравнений при моделировании тепловых процессов в системах с распределенными параметрами. Для проверки возможности моделирования переходных процессов исследовалась динамика изменения температуры и расхода.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Рубашкин, А. С.** Построение математической модели энергоблока для обучения и тренировки оперативного персонала // Теплоэнергетика. – 1990. – № 11. – С. 9–14.

2 **Байматаева, Ш. М.** Исследование модели парогенератора с распределенными параметрами//Вестник Государственного университета им. Шакарима. – Семей : – 2015. – № 2(70). – С. 10–13.

3 **Baimatayeva Sholpan M., Yu. V. Shevyakov.** Study of Models for Heating Power Station Operator Training Systems. Journal of Energy and Power Engineering. – Volume 7. – Number 1. – January, 2013. – P. 162-167.

4 **Байматаева, Ш. М.** Система принятия решений при управлении процессом обучения операторов тепловых электрических станций/ Вестник Павлодарского Государственного университета. – Павлодар: – 2016, – № 1, – С. 46–50.

5 **Байматаева, Ш. М.** Модель пароперегревателя для системы подготовки операторов//Вестник ПГУ им Торайгырова: Серия Энергетическая. – Павлодар, – 2015. – № 1. – С. 25–29.

6 **Серов, Е. П., Корольков, Б. П.** Динамика парогенераторов. – 2-е изд., перераб. – М. : Энергоиздат, 1981. – 408 с.

Материал поступил в редакцию 01.06.18.

Ш. М. Байматаева¹, Н. П. Сапарходжаев²

Жылу процестерін модельдеу үшін дифференциалдық теңдеулер жүйесін шешудің тұрақтылығын зерттеу

^{1,2}Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты,
Сәтбаев университеті,
Алматы қ., 050000, Қазақстан Республикасы.
Материал 01.06.18 баспаға түсті.

Sh. Baimatayeva¹, N. P. Saparkhojayev²

Investigation of stability of the differential equations system solutions for modelling of thermal processes

^{1,2}Institute of Information and Telecommunication Technologies,
Satpayev University,
Almaty, 050000, Republic of Kazakhstan.
Material received on 01.06.18.

Мақалада үлестірілген параметрлі жүйелерде жылу процестерін модельдеу кезінде дифференциалдық теңдеулер жүйесін шешудің тұрақтылығын зерттеу сұрақтары қарастырылған. Мұндай жүйелерді модельдеу кезінде сызықты дифференциалдық теңдеулерді шешудің сандық-аналитикалық тәсілін қолдану қажетті дәл нәтижелер беретіндігі көрсетілген.

In this article the questions of stability of the differential equations systems decision at modeling of thermal processes in systems with the distributed parameters are investigated. It is shown that application of the numerical-analytical method for solving linear differential equations gives fairly accurate results in the simulation of such systems.

P. A. Dunayev¹, S. Y. Ryabtsunov²

¹senior lecturer, Department of «Radiotechnics, Electronics and Telecommunication», S. Seifullin Kazakh AgroTechnical University, Astana, 010000, Republic of Kazakhstan;

²Candidate of Technical Sciences, chief specialist, «ELITECOM» LLP, Astana, 010000, Republic of Kazakhstan

e-mail: ¹dunayev.kz@mail.ru; ²ryabtsunov@yandex.kz

ASSESSMENT OF IPTV NETWORK CHANNEL BANDWIDTH THROUGHPUT BASED ON THE MONTE CARLO METHOD

There is considered the Monte Carlo method for the simulation of delaying time on the bandwidth throughput of an IPTV network. The probabilistic nature of packet losses and delays is taken into account, for the development of a packet service time model and estimation of network bandwidth throughput. Using the probability of trouble-free operation of the equipment, we obtain the functional dependencies of the investigated model of the multiservice network operation. The DelayProg program was implemented to calculate the channel capacity for a given probability of failure-free operation (license No. 1105), which confirms the scientific novelty of this work.

Keywords: bandwidth throughput, Monte Carlo method, probability, simulation algorithm, delaying time.

INTRODUCTION

As for the multiservice IP network, the important elements of the transport infrastructure are compressors, routers, and digital signal processing servers which bring the main delays into the network. As the number of subscribers and customer services rises, it becomes a topical issue to study the bandwidth throughput of telecom networks which does not fit the increased loads. As a result, the decreased quality of video and audio signal may be observed.

The analysis of any real process is performed with mathematic simulation methods.

Model may include randomness elements which consider the probability of possible actions for processing real parameters of the system being surveyed.

During the survey of complex systems and phenomena, service simulating test is used.

Using the simulating test, the algorithm that implements the model simulates the process of system operation in time. Elementary phenomena that constitute the process are simulated reserving their logical structure and sequence of their flow in time [1].

The results of scholastic system operation simulating test are the implementations of random values or processes. Therefore, numeral repeat and subsequent processing of data is required. The most frequently used type of simulating test in this case is statistic simulation (or Monte Carlo method) [2].

Numerical simulation is one of the simulation types which consists of receiving the necessary numerical data on systems or devices behavior with any suitable numerical method.

As a result of numerical simulation, it is possible to obtain sufficiently complete data on the behavior of the systems and devices simulated, and plot the dependency diagrams describing their behavior.

MAIN PART

The Monte Carlo method chart is generally as follows. It is necessary to calculate a certain Z variable. It is considered possible to plot a random variable with Ms expected value equal to Z, and Ds finite variance with the si sampled values of the s variable being easily realizable with computer. Having sequenced a big n number of random si, ..., sn, values based on the law of large numbers, we receive the approximant of the required variable [3]

$$Z = Mx \approx \bar{x}_n = \frac{x_1 + \dots + x_n}{n}. \quad (1)$$

Using the approximant (1), the main factor is the possibility to effectively realize the sampled values of random variables with the computer.

Fig. 1 shows the flow chart of IPTV network, which allows to assess the IPTV subscriber's channel bandwidth throughput.

According to [4 – 7], the probability of equipment failure during tests is 0.0005, therefore:

- compressor fail-safe operation probability is $P(C) = 0.9995$;
- server fail-safe operation probability is $P(S) = 0.9995$;
- router fail-safe operation probability is $P(R) = 0.9995$.

The $P(m)$ probability of all 3 devices failure shall be calculated with the following expression [5, 6]

$$P(m) = P(\bar{C}) + P(\bar{S}) + P(\bar{R}) - P(\bar{S})P(\bar{R}) - P(\bar{S})P(\bar{C}) - P(\bar{R})P(\bar{C}) - P(\bar{C})P(\bar{S})P(\bar{R}), \quad (2)$$

where $P(\bar{C}) = 1 - P(C)$ is a probability of compressor failure; $P(\bar{S}) = 1 - P(S)$ is a probability of server failure; $P(\bar{R}) = 1 - P(R)$ is a probability of router failure.

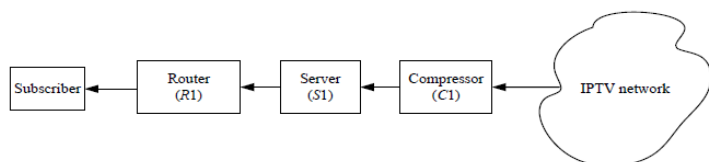


Figure 1 – IPTV network summary flowchart

Having the given probabilities of fail-safe operation included into the formula (2), the products of 3 multipliers will be negligible comparing to the given values, and, therefore, it would be possible not to consider them during the calculation of $P(m)$ variable. At that, $P(m) = 0.0015$. Hence, the real probability, $P(r)$, of the packet to pass through the 3 said devices at the given probabilities is

$$P(r) = 1 - P(m) = 0.9985. \quad (3)$$

Defining the necessary number of tests is significant when using the statistical simulation method [8].

Increase of the tests number also increases the precision of the statistical characteristics evaluation, and the time spent for simulation at the same time.

N number of experiments necessary to expect the studied frequency of the r event to deviate from its $P(r)$ probability by ε value with the given Q probability should be defined according to the below formula [9]

$$N_x = \frac{P(r) - (1 - P(r))}{\varepsilon^2} \left[F^{-1} \left(\frac{1}{2} Q \right) \right]^2, \quad (4)$$

where F is the Laplace's function.

The approximate time of delays added is: 15...50 ms for compressors, 10...20 ms for routers, 80...150 ms for digital signal processing servers [10].

The following assumptions should be made in order to assess the IPTV network channel bandwidth throughput:

- short 53-byte packages are used to transmit video images;
- packets pass through three nodes (compressor, server, router) before reaching the subscriber (the final point the delay time is important for in the model being developed);
- there is a finite set of ways the packets may pass through (n);
- in order to make qualitative assessment of the channel bandwidth throughput depending on change of delay time, it would be sufficient to study one way consisting of 3 generic nodes $CI-SI-RI$ (ref. fig. 1).

Let us represent the statistical simulation algorithm as a sequence of program steps.

Step 1. An input data file is introduced for the IP-network.

Packet delay times, $P(C)$, $P(S)$, $P(R)$ probability values, $P(n)$ packet size.

Step 2. The following counters are set to zero: C – compressors failure, S – servers failure, R – routers failure, D – losses of packets, PI – number of packets processed in the data stream to the subscriber, O – overall number of packets sent to subscriber in the data stream.

The loss of package is detected when the TTL (Time to live of packet in Internet Protocol) is exceeded.

Step 3. It is identified if the compressor works properly. To do this, a random $C2$ number, produced by random number generator, is compared to $P(C(-))$ compressor failure probability. If $C2 < P(C(-))$ condition is met, compressor failure is recorded, C counter is increased by one, D loss counter is increased by one, and step 2 should be performed one more time. If $C2 > P(C(-))$, router operation is recorded and the next step should be performed.

Step 4. Packet delay time in compressor is defined. To do that, a random $C3$ number, produced by random number generator from the range of packets delays in compressor, is designated as delay time.

Step 5. It is identified if the server works properly. To do this, a random $S2$ number, produced by random number generator, is compared to $P(S(-))$ server failure probability. If $S2 < P(S(-))$ condition is met, server failure is recorded, S counter is increased by one, and step 2 should be performed one more time. If $S2 > P(S(-))$, server operation is recorded and the next step should be performed.

Step 6. Packet delay time in server is defined. To do that, a random $S3$ number, produced by random number generator from the range of packets delays in server, is designated as delay time.

Step 7. It is identified if the router works properly. To do this, a random $R2$ number, produced by random number generator, is compared to $P(R(-))$ router failure probability. If $R2 < P(R(-))$ condition is met, server failure is recorded, R counter is increased by one, D loss counter is increased by one and step 2 should be performed one more time. If $R2 > P(R(-))$, router operation is recorded and the next step should be performed.

Step 8. Packet delay time in router is defined. To do that, a random $R3$ number, produced by random number generator from the range of packets delays in routers, is designated as delay time.

Step 9. Overall delay time and the channel bandwidth throughput are calculated.

Step 10. It is checked if the implementation condition for the given number of tests is met. In case the tests have been completed, probabilistic and statistical characteristics of the studied model are being calculated and the next step is taken afterwards, otherwise, go to step 2.

Step 11. Calculation results are displayed and the program is finished.

See fig. 2 for the algorithm of IPTV network model operation.

Data obtained as a result of program operation:

- C – compressor failure number;
- S – server failure number;
- R – router failure number;
- PI – number of packets processed (delivered) in the data stream to the subscriber;
- D – number of packets lost in the data stream to the subscriber;
- O – overall number of packets sent to the subscriber in the data stream;
- $P(Z)$ – probability of information packets delivery to IPTV subscriber;
- $P(L)$ – loss probability for packets passing through the information channel to IPTV network subscriber.

Probability characteristics and channel bandwidth throughput were calculated with the following expressions

$$P(Z) = \frac{PI}{O}, \tag{5}$$

where PI is the number of packets processed in the data stream to subscriber; O is overall number of packets sent to the subscriber in the data stream.

$$P(L) = \frac{C + S + R}{O}, \tag{6}$$

where C is the number of compressor failures; S is the number of server failures; R is the number of router failures.

$$B = 0,000008 \times P(1) \times P(n), \tag{7}$$

where PI is the number of packets processed in the data stream to the subscriber; $P(n)$ is the packet size.

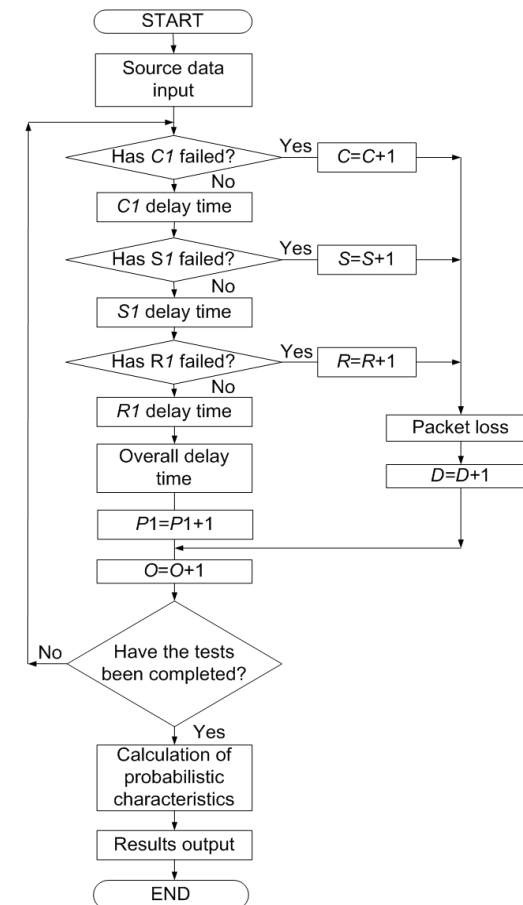


Figure 2 – Algorithm of IPTV network model operation

Packets delay delivery was simulated, and, correspondingly, calculation of the channel bandwidth throughput was performed in a developed «DelayProg» program.

After changing fail-safe operation probabilities according to [4–7], the simulation results in data we use to plot characteristic curves for dependency on compressor, server, router fail-safe operation probability. Fig. 3 indicates changes in probabilities of packets delivery and loss (step 11).

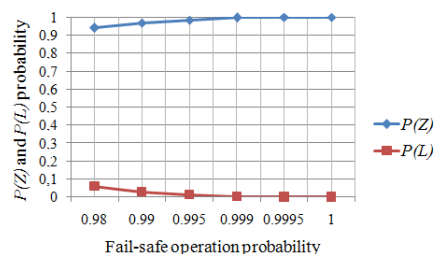


Figure 3 – Dependency of packets loss and delivery on fail-safe operation probability

In case there are delay values given, the developed program allows to find number of packets lost, processed, and the total number packets sent to subscriber (fig. 4).

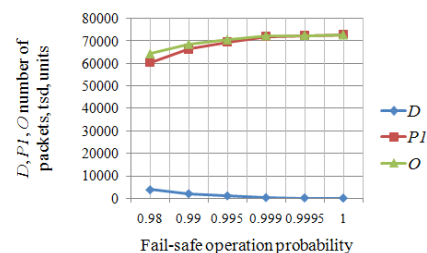


Figure 4 – Variation of number of lost, processed, and sent packets from fail-safe operation probability

If fail safe operation changes from 0.98 to 1, the number of equipment failures changes under the exponential law (fig. 5).

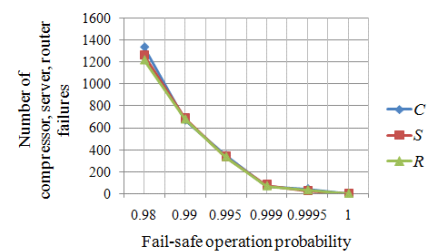


Figure 5 – Characteristic curves for number of failures dependency on the fail-safe operation probability

«DelayProg» has the possibility to set an information packet size. Fig. 6 shows changes in channel bandwidth throughput with 53 bytes packet.

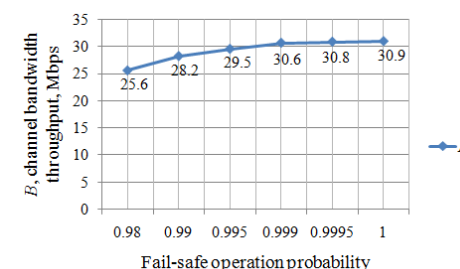


Figure 6 – Characteristic curves for bandwidth dependency on the fail-safe operation probability

CONCLUSION

In order to assess channel bandwidth throughput depending on the packets service time, algorithm of IPTV network model operation is developed [11].

Having the set compressor delays (15–50 ms), server delays (80–150 ms), router delays (10–20 ms), and the given fail-safe operation probabilities set 0.98 to 1, it is found that the bandwidth throughput changes 25.6 to 30.9 Mbps with packet size equal to 53 bytes.

REFERENCES

- 1 **Shannon, R.** Imitation simulation of systems – Proficiency and science / Translation from English edited by E. K. Maslovsky, M. : Mir, 1978. – P. 418.
- 2 **Vasilyev, K. K., Sluzhiviy, M. N.** Mathematical simulation of communication systems : learning guide. – UISTU, 2008. – P. 170.
- 3 **Mikhailov, G. A., Voitishkek, A. V.** Numerical statistical simulation. Monte Carlo methods. – M. : «Academiya» Publishing Center, 2006. – P. 368.
- 4 GOST R 27.002-2009, Dependability in technics. Terms and definitions, M. : Standartinform, 2011. – P. 26.
- 5 GOST R 27.403-2009, Dependability in technics. Compliance tests plans for reliability, Moscow: Standartinform, 2011. P. 10.
- 6 GOST R 27.607–2013, Reliability management. The test conditions on the reliability and statistical criteria and methods for evaluating their results. – M. : Standartinform, 2015, p. 46.
- 7 GOST R 51901.16-2017, Increasing reliability. Statistical criteria and methods of assessment, M. : Standartinform, 2017. – P. 39.

8 **Buslenko, N. P.** Mathematical simulation of production processes with digital computers. – М. : Nauka, 1964. – P. 364.

9 **Ventsel, E. S.** Operations research. – М. : Sovet radio, 1972. – P. 552.

10 **Mamchev, G. V.** Using internet protocol in television broadcast. – Novosibirsk : SibSUTI, 2009. – P. 156.

11 **Dunayev, P. A., Ryabtsunov, S. Y.** “License No. 1105 of the state registration of the rights to the copyright object «DelayProg» (an IBM program)». – Astana : Ministry of Justice of the Republic of Kazakhstan. 23.05.2017.

Material received on 01.06.18.

П. А. Дунаев¹, С. Ю. Рябицун²

IPTV желісінің өткізу қабілеттілігін бағалау Монте-Карло әдісі

¹С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті,
Астана қ., 010000, Ақмола облысы, Қазақстан Республикасы;

²«ELITKOM» ЖШС,
Астана қ., 010000, Ақмола облысы, Қазақстан Республикасы.

Материал 01.06.18 баспаға түсті.

П. А. Дунаев¹, С. Ю. Рябицун²

Оценка пропускной способности канала IPTV сети на основе метода Монте-Карло

¹Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина,
г. Астана, 010000, Республика Казахстан;

²ТОО «ЭЛИТКОМ»,
г. Астана, 010000, Республика Казахстан.

Материал поступил в редакцию 01.06.18.

Мақалада IPTV желісінің өткізгіштігінің кешігу уақытын модельдеуге арналған Монте-Карло әдісі қарастырылады. Пакеттердің шығындарының ықтималдық сипаты және кідірістер пакеттік қызмет көрсету уақытының моделін әзірлеуде және желінің өткізу қабілетін бағалау кезінде ескеріледі. Жабдықтың жұмыссыздығының ықтималдығын пайдалану, мультисервистік желі жұмысының зерттелген моделінің функционалдық тәуелділіктерін пайдалану. «DelayProg» бағдарламасы осы жұмыстың ғылыми жаңалығын растайтын, жұмыс істемейтін ықтималдығы үшін (ҚР № 1105 а. к.) каналды сыйымдылығын есептеу үшін енгізілді.

Рассматривается метод Монте-Карло для моделирования времени задержки на пропускную способность IPTV-сети. Учитывается вероятностный характер потерь пакетов и задержек для разработки модели времени обслуживания пакетов и оценки пропускной способности сети. Используя вероятность безотказной работы оборудования, функциональные зависимости исследуемой модели работы мультисервисной сети. Реализована программа «DelayProg» для расчета пропускной способности канала при заданной вероятности безотказной работы (а.с. РК № 1105), что подтверждает научную новизну данной работы.

**Г. М. Жумабаева¹, А. Ю. Жданов²,
И. И. Клыков³, Л. В. Горчаков⁴**

¹преподаватель, факультет физики, математики и информационных технологий, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

²студент, физический факультет, Томский государственный университет, г. Томск, 634003;

³к.ф.-м.н., доцент, физический факультет, Томский государственный университет, г. Томск, 634003;

⁴д.ф.-м.н., профессор, физический факультет, Томский государственный университет, г. Томск, 634003

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ПО ИЗУЧЕНИЮ РЕЗОНАНСА ТОКОВ

В данной статье рассмотрена проблема создания приборной базы для лабораторных работ. На сегодняшний день установка по изучению резонанса токов представляет собой крупногабаритный прибор с генератором синусоидального тока постоянной частоты, наборами катушек индуктивности, сопротивлений и емкостей. В связи с этим было предложено создать устройство, которое давало бы возможность изменять частоту с разным шагом и возможностью выбора элементов электрической схемы параллельного контура. Панель управления позволяет выбирать конденсаторы и сопротивления для параллельного контура, а также шаг сканирования по частоте. Включена возможность сохранения графика в формате BMP и данных амплитудно-частотной характеристики в текстовом формате для их последующего анализа. Также программа имеет возможность более гибкой настройки.

Ключевые слова: микроконтроллер, сигналы, амплитудно-частотная характеристика, резонанс токов, осциллограф, синусоидальные колебания.

ВВЕДЕНИЕ

В предыдущей статье из этой серии мы рассмотрели проблемы создания приборной базы для лабораторных работ. Основными целями этой, завершающей серию статей, работы является создание устройства на основе

микроконтроллера и генератора синусоидальных сигналов, позволяющее оцифровывать сигнал, проходящий через параллельный LC контур, и программы для управления устройством с возможностью графического отображения амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) контура.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Предпосылки создания программно-аппаратного комплекса

На сегодняшний день установка по изучению резонанса токов представляет собой крупногабаритный прибор с генератором синусоидального тока постоянной частоты, наборами катушек индуктивности, сопротивлений и емкостей.



Рисунок 1 – Типовой комплекс по изучению резонанса токов

Наглядность такого эксперимента практически отсутствует, так как нет возможности менять значения частоты тока. В связи с этим было предложено создать устройство, которое давало бы возможность изменять частоту с разным шагом и возможностью выбора элементов электрической схемы параллельного контура. Управление устройством должно происходить с помощью компьютера, что дает ряд преимуществ:

- построение графика амплитудно-частотной характеристики в реальном времени;
- высокая скорость выполнения эксперимента;
- наглядность;
- высокая точность;
- малые габариты.

Для достижения поставленной цели необходимо:

- разработать схему;
- получить синусоидальный сигнал с частотой до 10кГц;
- оцифровать сигнал, проходящий через параллельный LC контур;
- создать приложения для ОС Windows, позволяющие управлять устройством;

– создать модуль по обработке оцифрованных данных и построению графика зависимости тока от частоты сигнала.

Резонанс токов

Резонанс токов возникает при вынужденных колебаниях в разветвленной цепи, в которой одна из ветвей содержит конденсатор емкостью C , а другая – катушку индуктивности L . Катушка индуктивности всегда обладает активным сопротивлением r .

Такая цепь представляет собой колебательный контур (рисунок 2).

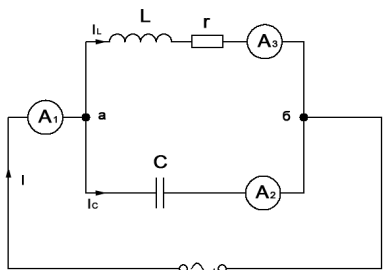


Рисунок 2 – Параллельный LC контур

К точкам а и б приложено переменное напряжение, изменяющееся по закону:

$$U = U_0 \sin \omega t \tag{1}$$

Требуется определить колебания силы полного тока в цепи (т.е. тока, обнаруживаемого амперметром A_1 , включенным в подводящие провода).

Суммарная сила тока I равна

$$I = I_L + I_C \tag{2}$$

и поэтому задача сводится к сложению колебаний тока. Если в цепи, изображенной на рисунке 2, изменять L и C или частоту генератора ω , то изменяется амплитуда суммарного тока и сдвиг фаз между током и напряжением. При некотором соотношении между L , C и ω сдвиг фаз становится равным нулю, и, следовательно, контур ведет себя как чисто активное сопротивление. Этот частный случай вынужденных колебаний в разветвленной цепи соответствует режиму резонанса токов. Термин «резонанс токов» здесь используется потому, что при равенстве собственной частоты свободных колебаний колебательного контура и частоты вынужденных

колебаний, величины токов I_L и I_C внутри контура значительно превышают величину суммарного тока, возбуждающего контур.

Условие резонанса токов:

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \omega_0, \tag{3}$$

где ω – собственная частота контура.

В данной работе ток измеряется с помощью АЦП микроконтроллера. Для того чтобы измерить ток, необходимо в каждую ветвь добавить резисторы номиналом по 1 Ом. Тогда по закону Ома $I = U$. В результате первоначальная схема будет иметь вид:

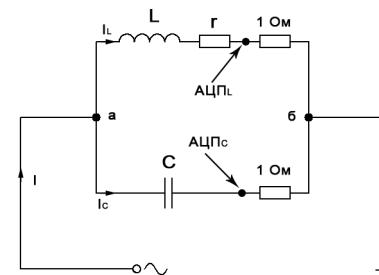


Рисунок 3 – Параллельный контур LC для устройства

Общий ток, как было сказано ранее, можно получить разностью $I_C - I_L$. Далее необходимо выбрать номиналы конденсаторов, добавочных резисторов и катушки, которые мы будем использовать в данной цепи.

Катушку индуктивности можем выбрать любую и в зависимости от ее характеристик подобрать другие элементы цепи. В данной установке выбрана индуктивность катушки 10,5 мГн с активным сопротивлением 0,6 Ом. Используются конденсаторы 0,33, 0,68, 1 мкФ и сопротивления 0,10 и 20 Ом.

Блок-схема устройства представлена на рисунке 4.

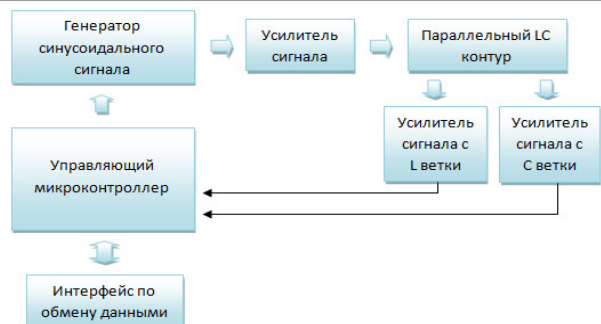


Рисунок 4 – Общая блок-схема установки

Основным управляющим элементом в схеме устройства является микроконтроллер ATmega16, с помощью которого будет происходить управление генератором частоты, прием и обработка команд, поступающих с персонального компьютера, оцифровка сигналов, передача данных в компьютер, управление номиналами резисторов и конденсаторов, а так же другими элементами.

Последовательный интерфейс RS-232

Обмен данными между микроконтроллером и компьютером должен происходить по определенному набору правил и при определенных уровнях напряжения. Из описания ATmega16 видно, что данный тип микроконтроллеров поддерживает модуль USART. Для преобразования уровней RS-232 в стандартные логические уровни TTL обычно используют микросхему MAX232, схема подключения которой представлена на рисунке 5.

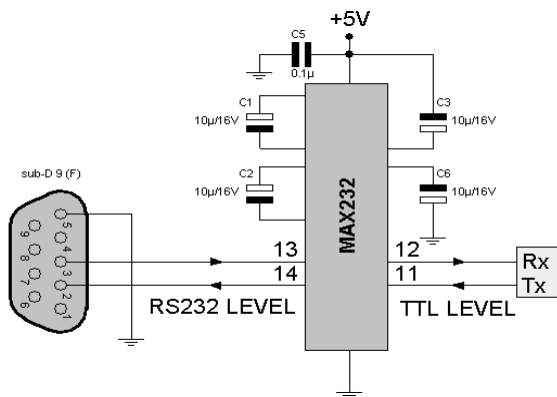


Рисунок 5 – Схема подключения MAX232

Генератор синусоидальных колебаний

Для того чтобы получить синусоидальный сигнал, частота которого будет задаваться с помощью микроконтроллера, использовался компонент AD9833, который представляет собой программируемый генератор с возможностью формирования синусоидальных, треугольных и прямоугольных выходных сигналов в диапазоне частот от 0 до 12,5 МГц. Выходные частоты и фазы сигналов задаются программно. При входной тактовой частоте (f_{MCLK}), равной 25 МГц обеспечивается разрешающая способность до 0,1 Гц, а при тактовой частоте в 1 МГц AD9833 может иметь разрешение в 0,004 Гц. В данной работе используется генератор 25 МГц, так как минимальный требуемый шаг смены частоты должен быть не больше 1Гц. AD9833 программируется через трехпроводной последовательный интерфейс, работающий с тактовой частотой до 40 МГц, и совместимый с SPI стандартом.

На рисунке 6 приведена упрощенная функциональная схема AD9833.

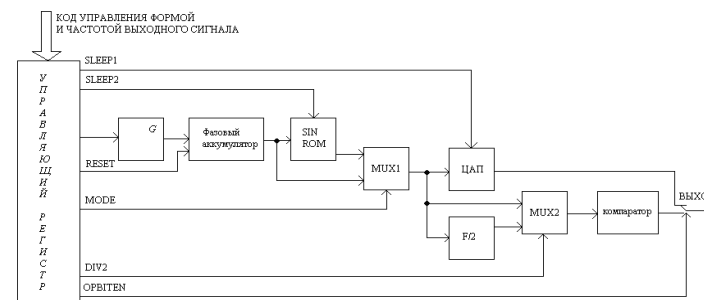


Рисунок 6 – Функциональная схема AD9833

Программирование генератора производится путем загрузки данных в устройство в виде шестнадцатиразрядных слов под управлением последовательности тактовых импульсов SCLK.

Схема устройства и команды управления

Детальная схема полученного устройства приведена на рисунке 6.

Микроконтроллер по умолчанию находится в состоянии ожидания. После посылки команды по протоколу RS-232 микросхема MAX232 преобразует сигнал в TTL уровень, после чего преобразованный сигнал поступает в микроконтроллер и обрабатывается подпрограммой. В зависимости от полученной команды, микроконтроллер выполняет действия, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Команды для управления устройством

Команда	Действие
?	Проверка состояния устройства. Ответ «ОК!» если устройство подключено.
W	Выдать значения 2-х АЦП в виде строки символов.
Ffreq	Установить частоту синусоиды, где freq – это набор из четырех 2-х байтовых команд.
C11	Включить в контур конденсатор C1
C10	Исключить из контура конденсатор C1
C21	Включить в контур конденсатор C2
C20	Исключить из контура конденсатор C2
C31	Включить в контур конденсатор C3
C30	Исключить из контура конденсатор C3
R11	Включить в контур резистор R1
R10	Исключить из контура резистор R1
R21	Включить в контур резистор R2
R20	Исключить из контура резистор R2
R31	Включить в контур резистор R3
R30	Исключить из контура резистор R3
Z	Вернуть устройство в состояние ожидания

Следует отметить, что концом команды является комбинация двух специальных символов 0x10 и 0x13 по таблице ASCII, где 0x10 – символ конца строки, а 0x13 – символ перевода каретки. После выполнения каждой команды микроконтроллер посылает ответ «ОК!», если команда выполнена успешно и «ERR!», если синтаксис команды неверный, или команда отсутствует. В случае команды «W» выдается 300 значений двух АЦП, по 150 значений на каждое, и после этого слово «ОК!», оно и является окончанием передачи данных. Данные из 300 значений представлены в виде последовательности символов, где первый символ является показанием первого АЦП, второй – второго АЦП, и далее циклично повторяются 150 раз. В итоге мы имеем по 150 точек с каждого АЦП в нужный для нас момент времени. Остается только обработать их и отобразить на экране компьютера.

Приложение для управления устройством

После того, как аппаратная часть готова, необходимо иметь возможность программного управления устройством. Для создания приложения использована среда разработки Delphi 7.

Для работы с Com-портом в приложении используется библиотека comlib.pas, которая имеет следующие функции:

```

– function ComOpen(Port: string): THandle;
– //Функция открытия порта procedure ComClose(var ComHndl: THandle);
– //Функция закрытия порта procedure ComWrite(ComHndl: THandle;
S: string);
– //Функция записи строки в порт function ComRead(ComHndl: THandle):
string;
– //Функция чтения строки с порта function ErrToStr(i: integer): string;
– // Функция вывода ошибок по номеру ошибки.
```

Исходный код подпрограммы для работы с COM-портом будет выглядеть следующим образом:

```

– var comPort:THandle;
– begin comPort = ComOpen('com1');
– ComWrite(comPort, 'Строка');
– ComClose(comPort);
– end.
```

Программа состоит из трех основных таймеров, один из которых читает значения COM-порта, второй отправляет команду на смену частоты, а третий посылает запрос на получение значений с трех АЦП.

Интерфейс программы (рисунок 7) состоит из трех блоков:

- 1 осциллографы: контур, емкость, катушка индуктивности;
- 2 график АЧХ;
- 3 панель управления.

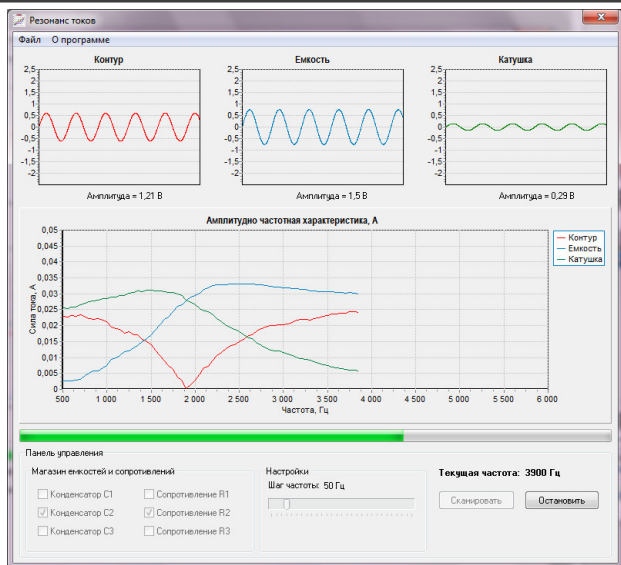


Рисунок 7 – Основное окно программы

Панель управления позволяет выбирать конденсаторы и сопротивления для параллельного контура, а также шаг сканирования по частоте. Включена возможность сохранения графика в формате BMP и данных АЧХ в текстовом формате для их последующего анализа. Также программа имеет возможность более гибкой настройки. На рисунке 8 показано окно настроек, в котором возможен выбор номера порта, к которому подключено устройство, изменение максимальной частоты сканирования, управление синхронизацией осциллографов и включение возможности усреднения значений получаемых амплитуд.

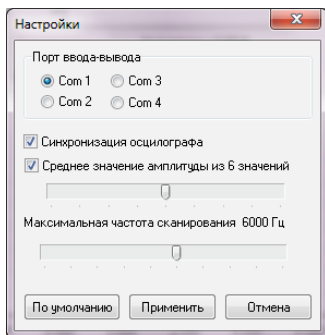


Рисунок 8 – Окно настроек программы

Для сохранения настроек в папке с программой создается файл «config.ini». Если файл отсутствует, то при первом запуске программа создаст его со стандартными настройками следующего содержания:

- [Number of COM-port] 1;
- [Enable sync] 1;
- [Enable middle] 1;
- [Middle count] 6;
- [Max frequency] 6.

Полученный прибор и результаты измерений

Монтажная плата устройства была установлена в стандартный корпус (рисунок 9). На корпус выведены светодиоды, которые показывают, какие комбинации конденсаторов и резисторов используются при проведении эксперимента.



Рисунок 9 – Наружный вид установки

В результате измерений при шаге сканирования 20 Гц, были получены следующие данные:

Таблица 2

Емкость конденсатора, мкФ	Теоретическая резонансная частота, Гц	Экспериментальная резонансная частота, Гц	Погрешность, %
0,39	2487	2450	1,5
0,68	1884	1900	0,8
1,00	1553	1519	2,2

ВЫВОДЫ

В результате создано устройство на основе микроконтроллера и генератора синусоидальных сигналов, позволяющее оцифровывать сигнал, проходящий через параллельный LC контур и разработано программное обеспечение для управления устройством. Оно может быть использовано в лабораторном практикуме.

Данная цифровая лаборатория дает возможность снимать данные с традиционного параллельного LC контура за короткий промежуток времени и позволяет получить график АЧХ в автоматическом режиме, а также сохранить полученные результаты в файлы для их последующего анализа. Погрешность полученных данных не превышает 5 %, что говорит о высокой точности проводимого эксперимента.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Gorchakov, L. V., Vishenkova, Y. A., Nurgojina, M. M.** Some problems of modern teaching instrumentation and its resolving // News of PSU, physic-mathematical series. – № 4. – 2015. – P. 42–51.

2 **Калашников, С. Г.** Электричество. – М. : ФИЗМАЛИТ, 2003 (6–е изд.). – 624 с.

3 **Трамперт, В.** Измерение, управление и регулирование с помощью AVR-микроконтроллеров / Пер. с нем. /В. Трамперт; под ред. Ю. А. Шпак. – К. : МК-Пресс., 2006. – 208 с.

Материал поступил в редакцию 01.06.18.

Г. М. Жумабаева¹, А. Ю. Жданов², И. И. Клыков³, Л. В. Горчаков⁴

Токтардың резонансың зерттеудің бағдарламалы-аппараттық кешені

¹Физика математика және аппараттық технологиялар факультеті оқытушы,
С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы;

^{2,3,4}Физика факультеті,
Томск мемлекеттік университеті,
Томск қ., 634003, Ресей Федерациясы.

Материал 01.06.18 баспаға түсті.

G. M. Zhumabaeva¹, A. Yu. Zhdanov², I. I. Klykov³, L. V. Gorchakov⁴

Hardware and software system on the study of current resonance

¹Faculty of Physics, Mathematics and Information Technology,
S. Toraihyrov Pavlodar State University,
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan;

^{2,3,4}Faculty of Physics,
Tomsk State University,
Tomsk, 634003, Russian Federation.

Material received on 01.06.18.

Осы мақалада зертханалық жұмыстарға арналған аспаптық базаны құру мәселесі қарастырылуда. Резонанстық ағымдардың зерттеу үшін күні параметрге индукторлар, кедергілер мен сыйымдылықтарды тұрақты жиілігі синусоидаль ток, жинақтарын генератор бар көлемді бөлімшесі болып табылады. Осыған байланысты әр түрлі қадамдармен жиіліктің өзгеруіне және параллель тізбектің электр тізбектерінің элементтерін таңдауға мүмкіндік беретін құрылғыны құру ұсынылды. Басқару панелі параллель цикл үшін конденсаторлар мен резисторларды, сондай-ақ жиілікті қарап шығу қадамын таңдауға мүмкіндік береді. Графикті BMP форматында және амплитудалық-жиілік сипаттамалары деректерін кейінгі талдау үшін мәтіндік форматта сақтауға болады. Сондай-ақ, бағдарлама неғұрлым икемді параметрлерге ие болады.

In this article the problem of creation of the instrument base for laboratory works is considered. To date, the installation for studying the resonance currents is a large-sized device with a generator of sinusoidal current of constant frequency, sets of inductance coils, resistances and capacitances. In connection with this, it was suggested to create a device that would allow changing the frequency with different steps and the possibility of selecting the elements of the electrical circuit of the parallel circuit. The control panel allows you to select capacitors and resistors for the parallel loop, as well as the frequency scanning step. It is possible to save the graph in BMP format and the amplitude-frequency characteristic data in text format for their subsequent analysis. Also the program has the possibility of more flexible settings.

С. К. Жумажанов

к.т.н., ст. преподаватель, Кафедра «Эксплуатация электрооборудования»,
Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Астана,
Z11C8K0, Республика Казахстан
e-mail: zhumaser@mail.ru

**ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА КАК ОСНОВОПОЛАГАЮЩИЙ
ФАКТОР РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА**

Статья посвящена проблеме изменений в электроэнергетике, которая как и другие отрасли экономики должна быть надлежащим образом реформирована для наиболее полного удовлетворения современным тенденциям и обеспечения перехода на следующий технологический этап развития. Современный взгляд, который имеет управляющая часть общества должен быть должным образом сформирован в соответствии с важностью обеспечения энергией, учетом конструктивных особенностей электрооборудования, режимами работы и многими другими факторами. Поведение сегодня отличается либо слишком стратегическим подходом без учета текущего положения, либо погружением в детали отдельных вопросов в отрыве от общей картины. Поэтому важно найти баланс в учете стратегических и тактических задач, составить план развития в гармоничной связке, и особенно важно определить роли и меру ответственности по исполнению задуманного.

Ключевые слова: электроэнергетика, снижение тарифов, надежность электроснабжения, новые подходы к организации

ВВЕДЕНИЕ

Развитие общества, поддержание высокого уровня жизни населения и переход на новую степень технологического развития неизбежно базируется на энергетике [1].

Без энергетике не может обходиться ни одна отрасль экономики в принципе, если речь идет о высокопроизводительной работе и максимальной отдаче от применения различных технологий.

На данном этапе формально лидерство было захвачено другими направлениями деятельности человека: финансовым сектором, биоинженерия, цифровая техника, связь и программирование и т.д., и среди людей создается

ложное предположение об удовлетворительном состоянии в вопросе энергообеспечения.

Но здесь надо отметить, что среди научной среды начинает все более очевидно вырисовываться сигналы о катастрофических реальностях, характеризующих современное состояние вопросов электроснабжения [2–4].

Так Кутовой Г. П. в [2] отмечает ряд принципиальных проблем.

Первое – электроэнергетическая система имеет сложную структуру и непрозрачную для потребителей плано-распределительную структуру торговых отношений. Отсутствует достоверная информация от хозяйствующих субъектов по перспективным планам и текущей ситуации. Единственное что имеет место – результаты методов экономико-статистического моделирования.

Второе – в работе субъектов энергетики нет механизмов по снижению (сдерживанию) цены на электрическую и тепловую энергию. А тарифы растут исходя из прогнозов на инфляцию.

Третье – сфера электроснабжающих организаций полностью монополизирована. Хотя по итогам реформ должно было бы быть иначе. Причем новые собственники некогда единой энергообеспечивающей системы используют в полной мере государственные субсидии и поддержку.

Констатируется принципиальный отказ от традиционной системы планирования как основного закона социально-экономической жизни государства и автором формулируется логическая цепочка для принятия решений, состоящая из вопросов:

- 1 Что делать?
- 2 Кому это нужно?
- 3 Кто планы будет исполнять?
- 4 Кто финансирует стройку?

Так как четких ответов на 2–4 вопросы ответов нет, то создана ситуация неопределенности: для кого формулируется данная стратегия и что будет по ее итогам. Не проводятся социологические исследования в этом направлении.

Кутовой Г. П. проводит оценку ошибок допущенных ранее, (при управлении в СССР), которые привели в конечном итоге несоответствию целей и потребностей в коммунистическом государстве, что надорвало экономику и кончилось развалом. Автор акцентирует схожесть ситуации в конце СССР и нынешней. Так, текущее состояние таково, что энергетический сектор в Российской Федерации (РФ), подпитывается за счет финансовой откатки из промышленности, хотя по своему определению он должен способствовать росту промышленности и повышать ее конкурентоспособность.

Указываются ошибки в действующей системе принятий решений, которая не формирует мотивацию предпринимательства в энергетическом

секторе, а создает высокзатратный вариант структуры энерго мощностей. Предприниматель в современных условиях в полной мере все возникающие риски несет сам. Он не получает достоверной информации и соответственно не представляет полной и ясной картины взаимоотношений в энергетике.

В [3] отмечается отсутствие поддержки политики энергоэффективности, так по данным автора оплата предприятия за электроэнергию в РФ больше чем в США в 1,67 раза, что подрывает конкурентоспособность промышленности. Указывается, что в штате Калифорния несмотря на рост ВВП удельное потребление на одного человека не растет уже 40 лет. Также для примера в РФ производство электроэнергии увеличилось на 17 %, а в Европейском союзе за тот же промежуток времени на 1,6 %.

В [3] предлагается мера по улучшению доступности электроэнергии для потребителей, в виде повсеместной практики внедрения энергетических кооперативов как новых субъектов. В мировой практике это достаточно широко распространено.

Воротницкий В. Э., Кузьмин В. В. в [4] также отмечают негативные тенденции в электроэнергетике РФ и сетуют на незавершенность проводимых реформ и предлагают свой вариант изменений в этом секторе.

В [5] обращено внимание на снижение надежности и рост ущерба и тарифов, что, по мнению авторов, требует пересмотра положений механизмов управления. Так надежность электроснабжения снижается ежегодно и проблематичным является то, что потребитель не влияет на уровень надежности и он не отражается на работе энергокомпаний. А ведь уровень надежности определяет расходы на ее поддержание, что должно быть надлежащим образом оплачено. Была предложена общая стратегия реализации:

- простота реализации;
- взаимовыгодность и потребителям и энергокомпаниям;
- потребитель управляет средствами надежности, стабильностью функционирования.

Предложенный подход к решению данной задачи:

- обеспечение базового уровня, за фиксированную плату;
- обеспечение выше базового уровня, за дополнительную плату.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Перечисленные выше проблемы в энергетике РФ в полной мере можно отнести и в отношении Республики Казахстан. Так, в частности, в [6, 7] указано, что Единая электроэнергетическая система (ЕЭС) Казахстана работает параллельно с ЕЭС РФ и объединенной энергетической системой Центральной Азии. Это подтверждает вышеприведенные доводы. Но даже и без приведения в [6, 7] констатируется наличие серьезных проблем:

– существенная разность между установленной и располагаемой генерирующими мощностями;

– невыработанные рабочие механизмы по успешному внедрению возобновляемых источников энергии в республике.

Здесь же надо добавить постоянную тенденцию роста тарифов на электрическую и тепловую энергию, а также на топливо.

Если к структуре и содержанию документов [6, 7] применить алгоритм, изложенный в [3], относительно логической цепочки принимаемых решений, то документы не дают исчерпывающего ответа на вопросы – каким образом поднимается конкурентоспособность промышленности; в чьих интересах обеспечивается энергетическая безопасность; на основе каких исследований формируется развитие научно-технологического потенциала.

И самое главное, что не отображено в документах [6, 7] нет механизмов по снижению (фиксации) тарифов, а также из них нельзя подчеркнуть прозрачность в отношении деятельности субъектов энергетической отрасли в Республике Казахстан. Нет учета платежеспособности потребителей, ибо за их счет производится обновление устаревшего оборудования. Нет предпосылок к возникновению платформы по созданию новых производителей электроэнергии.

Необходимо разработка новых критериев оценки и соответствующих им подходов по организации деятельности основополагающей базовой отрасли народного хозяйства для обеспечения развития экономики и общества.

ВЫВОДЫ

Итоговые результаты, которые можно сделать из текущей ситуации - нет ориентации на будущее, есть только задача по решению текущих проблем, в перспективе это приведет к неминуемому нарастанию сбоев в работе энергетического хозяйства страны, так как все время будет расти степень неадекватности принимаемых решений с внешними условиями. Все это вызовет неминуемое снижение благосостояния населения, и вначале, это будет проявляться в виде замедления темпов развития, а далее будет налицо технологическое отставание.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Карцев, В. П., Хазановский, П. М. Тысячелетия энергетики. – М. : Знание, 1984. – 224 с.
- 2 Кутовой, Г. П. Нужна новая парадигма (или архитектура) экономических отношений в электроэнергетике // Энергетик. – 2016. – № 2. – С. 8–14.

3 **Грицына, В. П.** Энергетические кооперативы // Энергетик. – 2016. – № 1. – С. 13–17.

4 **Воротницкий, В. Э., Кузьмин, В. В.** О повышении эффективности электроэнергетики на основе развития механизмов конкурентного электроэнергетического рынка // Энергетик. – 2016. – № 5. – С. 3–11.

5 **Папков, Б. В., Шарыгин, М. В.** Рациональное построение взаимоотношений субъектов электроэнергетики для управления надежностью электроснабжения // Энергетик. – 2012. – № 4. – С. 12–15.

6 Стратегический план Министерства энергетики Республики Казахстан на 2014–2018 годы.

7 Стратегический план Министерства энергетики Республики Казахстан на 2014–2018 годы. Приложение к приказу Министра энергетики Республики Казахстан от «28» октября 2014 года № 79. С учетом изменений от 04.04.2016 г. № 147.

Материал поступил в редакцию 01.06.18.

С. Қ. Жұмажанов

Электрэнергетика қоғам дамуының негізгі факторының бірі

С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті,
Астана қ., Z11C8K0, Қазақстан Республикасы.
Материал 01.06.18 баспаға түсті.

S. K. Zhumazhanov

Electric power engineering as a fundamental factor in the development of society

S. Seifullin Kazakh AgroTechnical University,
Astana, Z11C8K0, Republic of Kazakhstan.
Material received on 01.06.18.

Мақала электрэнергетикадағы пайда болатын өзгерістерге арналған, өйткені басқа салалар сияқты ол да қажетті түрге өзгеру керек, себебі қазіргі талаптарға толық түрде сай болу және келесі технологиялық кезеңге көшу үшін. Қоғамды басқаратын қазіргі көз қарасы энергиямен жабдықтау маңыздылығын сәйкес түрде еске алу керек, яғни электржабдықтардың конструкция ерекшелігін, жұмыс режимдарын және т.б. факторларын. Бүгінгі мінез-құлық немесе тым стратегиялық түрде ағындық жағдайды еске алмай қарастырылады, немесе жекеше сұрақтарды терең түрде жалпы суретті еске алмай қарастырылады. Осымен жалты жауап осындай

болу тиіс – стратегиялық және тактикалық есептер арасында тепе-тең табу, гармониялық байланыста даму жоспарды жасау керек, және оған маңызды орындалатын есептер бойынша рөлдер мен жауаптылықты енгізіп орындау.

The article is devoted to the problem of changes in the electric power industry, which like other branches of the economy should be properly reformed in order to fully meet modern trends and ensure the transition to the next technological stage of development. The modern view that the governing part of society has must be properly formed in accordance with the importance of providing energy, taking into account the structural features of electrical equipment, operating modes and many other factors. Behavior today is different either by a too strategic approach without taking into account the current situation, or by plunging into the details of individual issues in isolation from the overall picture. Therefore, it is important to find a balance in accounting for strategic and tactical tasks, to draw up a development plan in a harmonious combination, and it is especially important to determine the roles and the measure of responsibility for the execution of the conceived plans.

Д. Т. Ивадилинова¹, Г. М. Жүніс², Т. К. Исабек³

¹магистр, докторант, Горный факультет, Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда, 100027, Республика Казахстан;

²магистр, докторант, Горный факультет, Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда, 100027, Республика Казахстан;

³д.т.н., профессор, Горный факультет, Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда, 100027, Республика Казахстан
e-mail: dinulb@mail.ru

ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ ДОБЫЧЕ УГЛЯ ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ

В настоящей статье авторы описывают возможность моделирования напряженно-деформированного состояния массива горных пород при добыче каменного угля подземным способом на шахте имени Костенко Угольного департамента Акционерного общества «АрселорМиттал Темиртау» с применением программного продукта Phase. Моделирование производилось с использованием геологического разреза по геологоразведочной скважине, пробуренной с поверхности, а также по информации с плана горных выработок шахты имени Костенко по угольному пласту К12. Геомеханическое моделирование позволяет получить общую картину процессов, происходящих в массиве горных пород после выемки полезного ископаемого, в данном случае каменного угля. Для моделирования напряженно-деформированного состояния массива горных пород были учтены физико-химические свойства горных пород, такие как пластичность, коэффициент сжатия, коэффициент Пуассона, удельный вес и другие.

Ключевые слова: напряженно-деформированное состояние, уголь, горные породы, моделирование, горное давление.

ВВЕДЕНИЕ

Задачей компьютерного моделирования геомеханических процессов и явлений является получение качественных и количественных оценок изучаемого явления компьютерными методами. Благодаря использованию высокопроизводительных вычислений в оценке воздействия на массив горных

пород достигаются значительные результаты. Благодаря геомеханическому моделированию можно получить данные о распространении механических свойств в плоскости и пространстве.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

На территории шахты имени Костенко УД АО «АрселорМиттал Темиртау» с 1940 года проводится добыча каменного угля, которая влечет за собой смещения и деформации земной поверхности. Мощность наносов на данной территории составляет около 70 м. Вмещающие породы сложены песчаниками, аргиллитами и алевролитами.

Шахта в период с 2008 по 2009 год отработала лаву 48 К12-1-в.

Горнотехнические условия отработки запасов угля лавы 48 К12-1-в приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Горнотехнические условия

Наименование показателей	Лавы 48 К12-1-в
Средняя глубина разработки, м	310
Вынимаемая мощность пласта, м	2,7
Угол падения пласта, град	6°
Длина, м	840
Начало отработки	март 2008 г.
Конец отработки	январь 2009 г.
Начало отработки	март 2008 г.
Конец отработки	январь 2009 г.
Скорость подвигания очистного забоя	81 м/мес
Способ управления кровлей	полное обрушение

Для геомеханического моделирования массива горных пород на первом этапе был изучен план горных выработок по пласту К12 (рисунок 1) в районе лавы 48-К12-1-в.

В результате по геологическому разрезу имеющейся рядом с рассматриваемой лавой скважины № 2188, а также по имеющимся отметкам конвейерного и вентиляционного штрека был построен разрез по лаве вкрест простирания пласта в программе AutoCAD (рисунок 2).

На следующем этапе путем импорта из AutoCAD файла обменного формата dxf разрез был занесен в программу Phase. Далее для каждой горной породы, имеющейся на разрезе, а также для наносов были заданы физико-химические свойства (рисунок 3).

Следует отметить, что участок, где закончились очистные работы по выемке угля по пласту K12, был выделен отдельно и был задан как отработанное пространство.

Далее в программе Phase была проведена интерпретация полученных результатов с выводом на экран данных по состоянию имеющегося в массиве горных пород напряженно-деформированного состояния (рисунок 4).

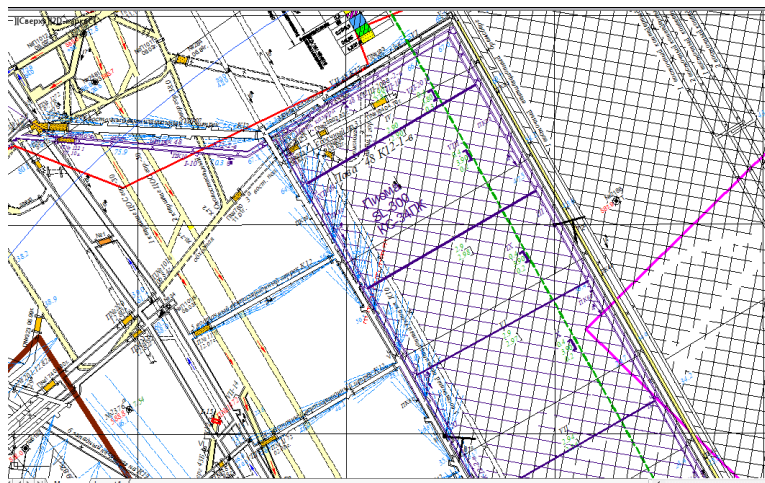


Рисунок 1 – Выкопировка с плана горных выработок по пласту K12

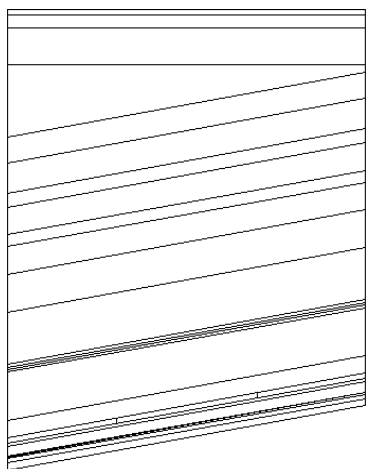


Рисунок 2 – Разрез по лаве вкрест простирания пласта

Интерпретация показала границы влияния на массив горных пород после отработки лавы. Полученные данные дают возможность судить о том, что максимальные значения достигнуты в краевых частях лавы.

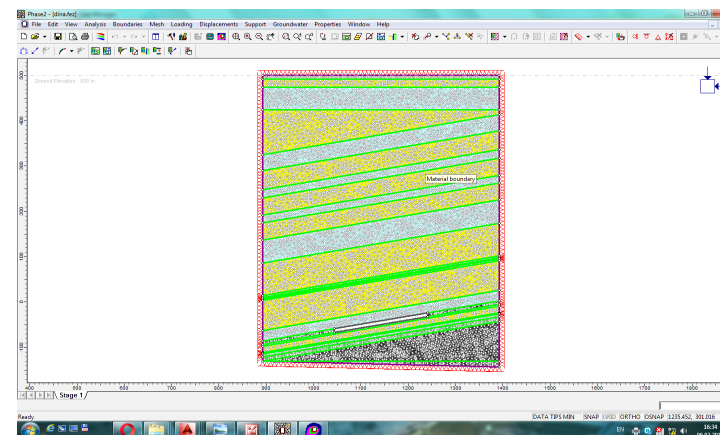


Рисунок 3 – Разрез по лаве вкрест простирания пласта

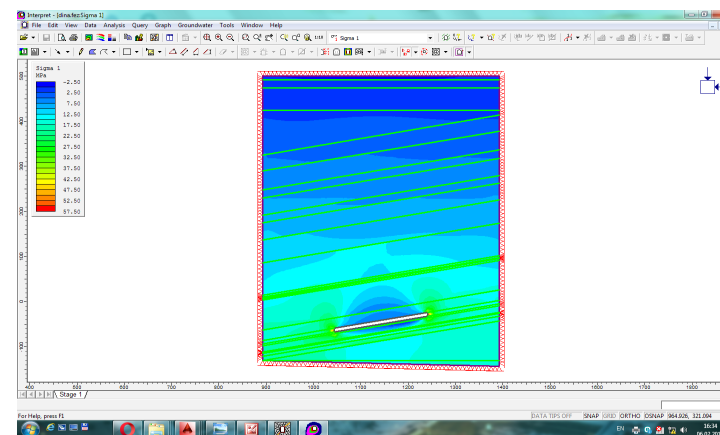


Рисунок 4 – Напряженно-деформированное состояние массива горных пород в Phase

ВЫВОДЫ

Применение компьютерных методов в геомеханике позволяет адаптировать и дать распространение методам математического моделирования для изучения сложных геомеханических процессов.

Несомненным преимуществом компьютерного моделирования является возможность учёта и варьирования множества параметров, участвующих в математической постановке. Использование компьютерных методов эффективно и оправдано в случае изучения механических процессов, моделирование которых очень трудоёмко или практически невозможно провести с помощью других научных подходов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Планы горных работ шахты имени Костенко: производственная карта / сост. и подгот. к печати маркш. отдел шахты им. Костенко АО «АрселорМиттал Темиртау»; гл. маркш. Линдемман А. Д. – 1:2000. – Караганда, 2008. – 1 л. : многокрас.

2 [Электронный ресурс] – http://sis.slb.ru/products/petrel/petrel_geo-mechanics/.

3 Phase 2.6.0 Manual. – Canada, 2005.

4 **Ржевский, В. В., Новик, Г. Я.** Основы физики горных пород. – М. : «Недра», 1984.

Материал поступил в редакцию 01.06.18.

Д. Т. Ивадилина¹, Г. М. Жүніс², Т. К. Исабек³

Көмірді жер асты тәсілімен өндіру кезінде кен жыныстар массивін геомеханикалық модельдеу

^{1,2,3}Тау-кен факультеті,

Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті,

Қарағанды қ., 100027, Қазақстан Республикасы.

Материал 01.06.18 баспаға түсті.

D. T. Ivadilina¹, G. M. Zhunis², T. K. Issabek³

Geomechanical modeling of rock massive in underground coal mining

^{1,2,3}Mining Faculty,

Karaganda State Technical University,

Karaganda, 100027, Republic of Kazakhstan.

Material received on 01.06.18.

Бұл мақаланың авторлары «АрселорМиттал» АҚ Көмір департаментінің Костенко атындағы шахтасында көмірді жер асты тәсілімен өндіру кезінде кен жыныстар массивінің кернеулі-деформацияланған жай-күйін, Phase бағдарламалық өнімін қолдана

отырып, геомеханикалық модельдеу мүмкіндігін суреттейді. Модельдеу жер бетін бұрғылаудағы геологиялық барлау ұңғымасы бойынша геологиялық разрезді және К12 қабаттының тау-кен қазбалары бойынша жоспарынан алынған ақпаратты пайдалана отырып жүргізілген. Геомеханикалық модельдеу кен жыныстар массивінің ішіндегі болатын процесстерді көрсете алады, бұл нұсқада көмірде. Кернеулі-деформацияланған жай-күйін модельдеу үшін кен жыныстардың физико-механикалық ерекшеліктері пайдаланған, олардың ішінде икемділік, қысу коэффициенті, Пуассон коэффициенті, ұлес салмағы және т.б.

In this article the authors describe an opportunity to model the rock massive stress-strain state in underground coal mining in Mine Kostenko JSC «ArcelorMittal Temirtau» applying soft Phase. The model was created using geological section of borehole and plan of mining roadways of seam K12 of Mine Kostenko. Geomechanical modeling allows receiving the common view of processes inside rock massive after extracting mineral resource, in this case coal. Physics, chemic features such as pliability, compression ratio, Poisson's ratio, weigh were input in model of rock massive stress-strain state.

С. Б. Иманбаева

магистрант, Таукен факультеті, Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, Қарағанды қ., 100017, Қазақстан Республикасы
e-mail: svetakaz77@mail.ru

**КӘСІПОРЫНДАРДА ЖЕКЕ ҚОРҒАНУ
ҚҰРАЛДАРЫНЫҢ ҚАЖЕТ САНЫН ЖОСПАРЛАУ**

Мақалада жұмысшының бойына, жынысына, аяқ-киім мен киім-кешек өлшеміне сәйкес, сондай-ақ жұмысшының еңбек жағдайын және қорғаныс қасиеттерін ескере отырып таңдалатын жеке қорғаныс құралдарына қойылатын талаптар туралы мәліметтер келтіріледі. Еңбек жағдайлары туралы нақты ақпаратты еңбек жағдайлары бойынша жұмыс орындарын аттестаттау нәтижелері, онда барлық жұмыс орындары аталған, оларға қатысты тексеріс жүргізілді, сондай-ақ процесс барысында анықталған қауіпті немесе зиянды өндірістік факторлар, жүргізілген өлшемдер мен сынақтар хаттамалары, сондай-ақ қорғаныс құралдарының тиімділігін бағалау хаттамалары бойынша алуға болады.

Аттестаттау нәтижелері бойынша кәсіпорындардағы мамандықтар үшін жеке қорғанудың қорғаныштық қасиеттерінің картасы құрылады. Кәсіпорындардың тиімді жеке қорғаныс құралдарын сатып алуда тиісті техникалық параметрлері бар мамандықтардың сатып алынатын жеке қорғаныс құралдарына қойылатын дұрыс құрастырылған конкурстық талаптары үлкен рөл атқарады. Техникалық тапсырмада жеке қорғаныс құралдарының әрбір бөлшегі жазылады, ол берілген сападағы және тиімді бағамен жеке қорғаныс құралдарын сатып алуға мүмкіндік береді. Кәсіпорындарда жеке қорғаныс құралдарының қажеттілігін жоспарлау еңбекті көп қажет ететін және жауапты процесс, себебі қате жоспарлау жоспарланған жылда жұмысшыларға жеке қорғаныс құралдарының жетіспеушілігіне алып келуі мүмкін. Жеке қорғаныс құралдарын сатып алуға кететін кәсіпорынның бір жолғы шығындарын төмендететін, ай сайынғы жеке қорғаныс құралдарының қажеттілігін есепке алатын әдістеме ұсынылды. Сондай-ақ жеке қорғаныс құралдарын киюдің мерзімін оларды уақытылы жөндеу және күту есебінен арттыруға ұсыныс жасалды.

Кілтті сөздер: жеке қорғаныс құралдары, еңбек жағдайы, қорғаныс қасиеттері, мамандық, әдістеме.

КІРІСПЕ

Қағидаларға [1] және Кедендік одақтың Техникалық регламентіне [2] сәйкес, сертификаттау, декларациялау, сонымен қатар ЖҚҚ есепке алу рәсімдерін міндетті жүргізу белгіленеді.

Бұл әрекет етуші нормаларға сәйкес аталмыш процедурадан өтпей қалған, жеке қорғаныс құралдарын қолдану ықтималдылығын төмендетуге мүмкіндік береді, жеке қорғаныс құралдарын сатып алу жұмыс беруші есебінен жүзеге асырылу қажет екендігі, Қазақстан Республикасының Еңбек Кодексімен реттеледі.

Практика көрсеткендей, кәсіпорындардың жеке қорғаныс құралдарын қажет етуін анықтау, тендерлік құжаттарды әзірлеу, тендерді жариялау және ЖҚҚ сатып алу сияқты барлық кезеңдерде қызметкерлер қателік жіберуі мүмкін, ол сапасыз ЖҚҚ сатып алуға алып келуі мүмкін.

НЕГІЗГІ БӨЛІМ

ЖҚҚ қолдағы бар салалық нормалары [4], олар салалар бойынша әзірленеді, келесі тапсырмалардың орындалуын қарастырады:

- қандайда бір зиянды және қауіпті факторлардың әсерін төмендетуді немесе алдын алуды;
- эргономділік пен техникалық эстетиканың белгіленген нормаларына сәйкестікті;
- құралды барлық тиісті сақтау және пайдалану қағидалары, сонымен қатар нақты жарамдылық мерзімі көрсетілген нұсқаулықтың болуын;
- ЖҚҚ таңбалау қағидаларымен белгіленетін МЕМСТ және басқа стандарттарға толық сәйкестікте орындалған таңбалаудың болуын; физиологиялық, қорғау, гигиеналық және пайдалану талаптарына толық сәйкестікке бағалауды жүргізу.

Сонымен қатар, өздерінің қорғау қасиеттерін химиялық өңдеудің, жуудың, сонымен қатар арнайы залалсыздандыру рәсімдерінің нәтижесінде жоғалтпайтын талаптар қамтамасыз етілуі керек.

Олардың жұмыскердің бойына, жынысына, аяқ киімінің және киімінің өлшеміне, сонымен қатар оның лауазымының негізгі ерекшеліктеріне сәйкес таңдалуы керек екені [1] көрсетіледі.

ҚР қолданыстағы заңнамасына сәйкес, мұндай құралдарға арналған келесі талаптар орнатылады:

– оларды жүргізу процесінде қоршаған орта мен қызметкерлердің денсаулығына тікелей қауіпті болып табылатын заттар мен материалдарды пайдалануға тыйым салынады;

– қорғау құралдары жеткілікті жеңіл болуы керек, бірақ сонымен қоса бұл қасиет олардың пайдаланушылық сипаттамаларына кедергі жасамауы керек; ЖҚҚ дайындау әртүрлі физиологиялық нормаларды ескерумен жүзеге асырылуы, ал құралдардың өздері еңбек қызметінің сипатына, сонымен қатар қоршаған ортаның негізгі ерекшеліктеріне толық сәйкес келуі маңызды; мұндай құралдардың конструкциясы қызметкерге қалыпты режимде еңбек етуіне бөгет жасамауы керек;

– ЖҚҚ міндетті түрде этикетка салынуы керек, онда қолданылу саласы, өндіруші, пайдаланудың негізгі ережелері, жарамдылық мерзімі, сақтау режимі, сонымен қатар түрлі қауіпсіздік шаралары туралы ақпарат жазылатын болады.

Жұмыс беруші ЖҚҚ сатып алуды келесі жолмен жүзеге асыра алады:

- шағын партияларды – ЖҚҚ ұсақ көтерме сатылым дүкендері арқылы;
- үлкен партияларды – ЖҚҚ өндірушіден;
- электрондық сауда-саттықтар арқылы.

ЖҚҚ саып алу кезінде жұмыскерлердің еңбек талаптарын, олардың кәсіптерін және ЖҚҚ қорғау құралдарын ескерген жөн.

Еңбек талаптары туралы ақпаратты еңбек талаптары бойынша жұмыс орындарын аттестаттау нәтижелері бойынша алуға болады [3]. Аттестаттау қауіпті және зиянды өндірістік факторларды анықтау, сонымен қатар олардың қызметкерлердің денсаулығына әсерін бағалау мақсатында жүргізіледі. Бұл бағалаудың нәтижесі тексеріс жүргізілген барлық жұмыс орындары, сонымен қатар процесс барысында анықталған қауіпті немесе зиянды факторлар, сонымен қатар тиімділікке қорғау құралдарын бағалау хаттамалары аталған құрастырылған есеп болып табылады.

Аттестаттау нәтижелері бойынша кәсіпорында кәсіптердің ЖҚҚ қорғау қасиеттерінің картасын құрастыруға болады.

Қазақстан Республикасында электрондық сауда-саттықтар (тендерлер) кеңінен таралды:

- мемлекеттік сатып алулар [6];
- «Самырұқ-Қазына» АҚ [7];
- корпоративтік.

Сатып алулар туралы ереже тапсырыс берушінің сатып алу қызметін реттейтін құжат болып табылады және сатып алуға қойылатын талаптардан, соның ішінде оларды қолдану талаптарын сатып алу рәсімдерін дайындау және жүргізу тәртібінен, шарттарды жасасу және орындау тәртібінен, сонымен қатар сатып алуды қамтамасыз етумен байланысты ережеден [8]

тұруы керек. Электрондық саудаларды жүргізу кезінде тиісті техникалық параметрлермен кәсіптердің сатып алынатын ЖҚҚ дұрыс құрастырылған конкурстық талаптар үлкен рөл атқарады.

Техникалық тапсырмада ЖҚҚ әр егжей-тегжейі жазылады, бұл берілген сападағы ЖҚҚ және тиімді баға бойынша сатып алуға мүмкіндік береді.

Ол үшін кәсіпорында келесі дайындық жұмыстарын жүргізу ұсынылады:

– ЖҚҚ берілуі тиіс кәсіпорын жұмыскерлерінің кәсіптерінің тізімін құру;

– кәсіпорында еңбек талаптары бойынша өндірістік объектілерді аттестаттау нәтижелері бойынша жұмыс орындарындағы қауіпті және зиянды өндірістік факторлардың тізбесі құрастырылады;

– сатып алынатын ЖҚҚ қорғау қасиеттері туралы мәліметтер құрылады;

– жоспарланатын кезеңге ЖҚҚ қажеттілік анықталады;

– салып алынатын ЖҚҚ техникалық талаптар құрылады;

– ЖҚҚ сатып алу бойынша тендер (электрондық сауда-саттықтар) жүргізеді;

– кәсіпорын қоймасына ЖҚҚ түсу кезінде сатып алынған ЖҚҚ сапасын бақылауды жүргізеді.

ЖҚҚ сатып алу кезінде негізгі шарт олардың жаңа және бұрын пайдаланылмаған болуы болып табылады.

ЖҚҚ сатып алудың бұл тәртібін кәсіпорындардың қолдануы ЖҚҚ оңтайлы бағалар бойынша техникалық талаптарға сәйкес қамтамасыз етуге және ЖҚҚ жеткізушілерінің үлкен санын қатыстыруға мүмкіндік береді.

Жеке қорғау құралдары кәсіпорын жұмыскерлерінде кәсіптік аурулардың және өндірістік зақымданулардың алдын алу үшін үлкен рөл атқарады.

Жұмыскерлеріне берілетін жеке қорғау құралдары стандарттардың, санитарлық нормалардың және техникалық шарттардың талаптарына жауап берулері, нақты еңбек талаптарына және жеке қауіпсіздік талаптарына сәйкес келуі, қолайлы болуы, жұмыс операцияларын орындауға кедергі келтірмеуі, тиісті өлшемдері бойынша таңдалуы және пайдаланушыларға берілуі керек.

Сонымен бірге жұмыс берушілер жеке қорғау құралдарын сатып алу кезінде ЖҚҚ төмен бағасына назар аударады, қажет қорғау талаптарына жауап бермейтін бұйымдарды сатып алады, сондықтан арзан сапасыз жеке қорғау құралдары жиі төмен қорғау және пайдаланушылық қасиеттерге ие болады және оларды қолдану өндірісте жұмыскерлер үшін жарақат алу немесе кәсіптік ауруларға шалдығу қатерін құрайды.

Сонымен қатар, жеке қорғау құралдарының сапасын жоғарылату бойынша өндірістерді динамикалық дамыту дамыған елдерде басым бағыттардың біріне айналды. Кейінгі 10 жыл ішінде май-су жұқтырмайтын,

отқа төзетін және басқа жақсартылған қорғау қасиеттеріне ие жаңа материалдардан дайындалған қазіргі жеке қорғау құралдары кеңінен енгізіліп жатыр. Қышқылдардан, сілтілерден, мұнай өнімдерінен және басқа зиянды сұйықтықтардан қорғайтын арнайы киімді және арнайы аяқ киімді жасау үшін әртүрлі арзаңқол материалдармен синтетикалық маталар қолданылады.

Өткізілетін сертификатталған ЖҚҚ пайдалану процесінде қорғау қасиеттерін ұзақ сақтау қабілетіне ие болады.

ЖҚҚ сапасын жақсарту бойынша басым бағытты таңдау сапалы ЖҚҚ зиянды өндірістік факторлардың адам денсаулығына әсерін күрт төмендетуді қамтамасыз ететіндіктен, жеке қорғау құралдарын сатып алуға жұмыс берушімен салынатын қаражаттың үлкен тиімділігіне әкелуі сөзсіз.

Өнеркәсіптік кәсіпорында ЖҚҚ учаскелерін, цехтері мен қызметтерін қамтамасыз ету жыл сайын құрылатын өтімдердің негізінде жұмыскерге ЖҚҚ беру карточкаларын ескерумен материалдық-техникалық қамту бөлімімен жүргізіледі [20]. ЖҚҚ қажеттілігін жоспарлау еңбек сыйымды және жауапты процесс, себебі дұрыс жоспарламау жоспарланған жылға жұмыскерлерге ЖҚҚ жетіспеушілігіне әкелуі және еңбек ұжымында шиеленіс туындатуы мүмкін.

Әр жұмыс орнында цехте, учаскеде немесе бөлімшеде қажет өлшемдерді, ЖҚҚ типтік өлшемдерін, бойын, жынысын және берілу күнін көрсетумен жеке кәртішке жүргізіледі [7].

ЖҚҚ қажеттілік жоспарлау бөлімінің әр кәсіптің жұмысшылары саны (алдағы жылдың өзгертілген жоспарына жұмыс күшінің қажеттіліктерін ескерумен өткен жылдағы орташа тізімдік саны) туралы деректерінің негізінде есептелінеді.

ЖҚҚ қажеттіліктерді есептеу формуласы белгілі [9]:

$$P_c = P_{в.и} + P_{у.к} - O_{ож} \quad (1)$$

мұнда $P_{в.и}$ – тозуды өтеуге жұмсалатын ЖҚҚ қажеттілік, дана;

$P_{у.к}$ – жоспарланатын жылы жұмыс істейтіндердің құрамын көбейтуді көздейтін ЖҚҚ қажеттілік, дана;

$O_{ож}$ – жоспарланатын жылдың басна ЖҚҚ күтілетін қалдығы, дана.

Алайда осы әдістемені қолдану кезінде жұмыскердің айлар мен еңбек шарттары бойынша ЖҚҚ толық жиынтығына ие болуы керектігі ескеріледі, яғни қажеттілікті есептеуді әлі тозып үлгермеген ЖҚҚ ескерумен барлық жұмыскерлерге жүргізуі керек.

Қойылатын талаптарға сәйкес келмейтін немесе белгіленген пайдалану мерзімі аяқталғанға дейін жарамсыз болған арнайы киім, арнайы аяқ киім жұмыскерге тәуелсіз себептер бойынша ауыстыруға жатады [1].

Демек ЖҚҚ қажеттілік анықталуы мүмкін:

$$P_c = P_{общ} - \sum P_i - P_{рем} \quad (2)$$

$i=1$

мұнда $P_{общ}$ – жоспарланатын жылға барлық жұмыскерлерді қамтамасыз ету үшін тағайындалған ЖҚҚ саны;

$\sum P_i$ – i -ші айда ауыстыруды талап ететін ЖҚҚ саны;

P_i мәні берілген арнайы киімді немесе арнайы аяқ киімді беру күні мен киілу мерзімі көрсетілетін ЖҚҚ есепке алу жеке кәртішкелерінің деректерінің негізінде анықталады.

$P_{рем}$ – жоспарланатын жылы жөндеуге және пайдалануға жататын ЖҚҚ саны.

$P_{общ}$ Мәнін жоспарланатын жылы жұмыскерлердің саны бойынша, сонымен қатар келесі формула [7] бойынша анықтайтын бұйымдардың шығын нормалары (Н) бойынша анықтайды:

$$H = \frac{t_p}{t_c} \quad (3)$$

мұнда t_p – 12 айға тең есептік кезең;

t_c – бұйымның қызмет ету мерзімі, ай.

$$P_{общ} = \sum_{i=1}^{n_k} \sum_{j=1}^{H_j} C_i \cdot H_j \quad (4)$$

мұнда C_i – ЖҚҚ алуға мұқтаж i -ші кәсіптің (лауазымның) жұмысшыларының орташа тізімдік саны, адам;

H_j – есептік кезең үшін j -ші ЖҚҚ шығын нормасы.

$$P_{рем} = \sum P_j \quad (5)$$

мұнда P_j – жөндеуге жататын ағымдағы жылдың тиісті кәсібінің саны.

Жоспарланатын жылға бір атаулы сақтандырғыш құрылғыларындағы қажеттілік келесі формула [7] бойынша анықталады:

$$P = \sum (P_{пред. i} - P_{эi}) \quad (6)$$

мұнда P – жоспарланатын жылға сақтандырғыш құрылғылардың қажет саны, дана;

$P_{пред.i}$ – олар сенетін жұмыскерлерге жоспарланатын жылға і-ші атаудың сақтандырғыш құрылғылардың саны. $P_{пред.i}$ мәні і-ші құрылғыларды беруге адам санынан тең.

$P_{эi}$ – жоспарланатын жылы кәсіпорында пайдалануға жарамды і-ші құрылғылардың ар саны.

Егер $P_{эi} \geq P_{пред.i}$, онда құрылғылардың қосымша санына тапсырыс беру қажет етілмейді.

Алайда жеке қорғау құралдары (газқағар, өзін-өзі құтқарғыш, сақтандырғыш белдіктері, қалташалар, каскалар мен басқа құралдар) жиі сынауларға және ақаусыздыққа тексеруге жатады, ал сүзгіштер, шынылар және кірісіп кеткен қорғау қасиеттерімен басқа бөліктер уақытылы ауыстыруға жататынын ескеру керек [1].

Жоғарыда айтылғанды ескерумен формуланы (5) келесі түрде ұсынуға болады:

$$P = \sum (P_{пред.i} - P_{эi}) + P_{зан.} \quad (7)$$

$P_{зан.}$ – ЖҚҚ элементтерін жөндеу және ауыстыру үшін тағайындалған қоймада болатын і-ші құрылғылардың қосымша саны.

Каскалардың қажет санын есептеу кезінде кепілдікті сақтау және пайдалану мерзімі дайындау күнінен бастап есептелінетінін және екі жылды құрайтынын, содан кейін шығынға жазылатынын ескеру керек.

[1] сәйкес кәсіпорын жұмыскерлеріне ЖҚҚ сатып алу жұмыс берушінің есебінен, яғни тегін жүргізіледі. Сондай-ақ, жұмыскерлерді қабылдау немесе басқа жұмысқа ауыстыру кезінде берілетін немесе осы құралдарды пайдалану мерзімінің аяқталуымен байланысты жеке қорғау құралдарын беру тәртібі белгіленген.

ЖҚҚ кию мерзімі күнтізбелік түрде орнатылады және жұмыскерлерге нақты берілу күнінен бастап есептелінеді [1]. Қойылатын талаптарға сәйкес келмейтін немесе белгіленген пайдалану мерзімі аяқталғанға дейін жарамсыз болған арнайы киім жұмыскерге тәуелсіз себептер бойынша ауыстыруға жататыны көрсетіледі.

Алайда тәжірибе жұмыс берушінің ақша санай алатынын көрсетеді. Ол пайдаланудан шыққан мерзімдерімен, бірақ қорғау құралдарын сақтаған, немесе пайдалану мерзімі аяқталғаннан кейін қорғау қасиеттерін қалпына келтіру рәсімдерінен кейін және пайдалану мерзімі аяқталғаннан кейін жұмыскерлер қайтарған ЖҚҚ, бірақ әрі қарай пайдалануға жарамды, күтіп-ұстау (жөндеу, жуу, тазарту, дезинфекция) бойынша іс-шараларды жүргізуден кейін мақсаты бойынша пайдалануға болатын ЖҚҚ қолдануға тыйым салмайтын құқығын пайдаланады.

Мұндай жағдайларда жұмыс беруші әрі қарай пайдалануға пайдалану мерзімі шыққан ЖҚҚ жарамдылығын, өткізу қажеттілігін және оларды күтіп-ұстау бойынша іс-шаралар құрамын, сонымен қатар ЖҚҚ беруді ескеру жеке карточкаларында тіркелетін ЖҚҚ тозу пайызын анықтайтын кәсіпорын жұмыскерлерінің өкілімен комиссия құрылады,

Демек, комиссия келесі сұрақтарды шешеді:

– ЖҚҚ пайдалану үшін жарамдылық;

– ЖҚҚ тозу пайызы;

– ЖҚҚ күтіп-ұстау және қорғау қасиеттерін қалпына келтіру бойынша іс-шаралар.

ЖҚҚ тозу мерзімі дайындау және нақты пайдалану шарттары кезінде пайдаланылған материалдарға тәуелді [38]. Қарқынды пайдалану кезінде қорға құралдарының ЖҚҚ жоғалтымдары мүмкін.

Комиссия ЖҚҚ қараудан кейін қорғау құралдарының тозу, жоғалу дәрежесін және ЖҚҚ әрі қарай қолдану мүмкіндігін көрсететін акт құрылады. ЖҚҚ тозу дәрежесін бағалау кезінде комиссия қараудың көзбен шолу және қарап білу әдісін, сонымен қатар сол номенклатураның жаңа ЖҚҚ салыстыруды пайдалануы мүмкін. Қараудың міндеті келесілерді анықтауды білдіреді:

– бұзылулардың (кесілу, жарылу, тесілу) жоқтығы;

– арнайы құрылғылардың қорғау механизмдерінің жұмыстық күйін;

– сәйкестік сертификатының және пайдалану мерзімінің болуын.

Комиссия жұмысының нәтижесінде әрі қарай пайдалану үшін жарамсыз немесе жөндеуді, тазартуды, жууды немесе шаңсыздандуды талап ететін ЖҚҚ анықталады. Егер ЖҚҚ әрі қарай пайдалануға жарамсыз болса, онда ол ҚР заңнамасымен белгіленген тәртіпте шығынға жазылады, ал орнына орнына жаңа немесе қорғау қасиеттерін сақтаған ЖҚҚ беріледі.

ҚОРЫТЫНДЫ

1 Жоспарланған жылда пайдалануға және жөндеуге жататын ЖҚҚ және ай сайынғы тозуды ескере отырып жеке қорғаныс құралдарын есептеудің әдістемесі ұсынылған.

2 ЖҚҚ кию мерзімін арттыру үшін тозуды бағалаудың белгілі бір тәртібі және оның легитимділігін қамтамасыз ететін, кию мерзімін арттыру бойынша шаралар ұсынылады.

3 Кәсіпорындардың ЖҚҚ сатып алу процесі қарастырылды және оның тиімді жұмысы үшін дайындық жұмыстарын ұйымдастыру ұсынылды. Ол техникалық талаптарға сәйкес тиімді бағамен ЖҚҚ сатып алуға және ЖҚҚ жеткізушілердің көпшілігін тартуға мүмкіндік береді.

ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 Жұмыс берушінің қаражаты есебінен жұмыскерлерге сүт немесе оған теңестірілген тамақ өнімдері, емдік-профилактикалық тағам, арнайы киім және басқа да жеке қорғаныш құралдарын беру, оларды ұжымдық қорғаныш құралдарымен, санитариялық-тұрмыстық үй-жайлармен және құрылғылармен қамтамасыз ету қағидаларын бекіту туралы. Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау және әлеуметтік даму министрінің 2015 жылғы 28 желтоқсандағы № 1054 бұйрығы.

2 «Жеке қорғау құралдарының қауіпсіздігі туралы» Кедендік одақтың техникалық регламенті. Кедендік одақтың 2011 жылғы 9 желтоқсандағы №878 (ТР ТС 019/2011) шешімімен бекітілген.

3 Қазақстан Республикасының 2015 жылғы 23 қарашадағы № 414-V Еңбек Кодексі (2017.30.11. берілген өзгерістер мен толықтырулармен)

4 Қызметкерлерге жұмыс берушінің қаражаты есебінен арнайы киім, арнайы аяқ киім және басқа да жеке қорғану құралдарын беру нормаларын бекіту туралы Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2012 жылғы 30 қаңтардағы № 172 Қаулысы.

5 Өндірістік объектілерді еңбек жағдайлары бойынша міндетті мерзімдік аттестаттау қағидаларын бекіту туралы. Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау және әлеуметтік даму министрінің 2015 жылғы 28 желтоқсандағы № 1057 бұйрығы

6 Мемлекеттік сатып алуларды жүзеге асыру қағидалары. Қазақстан Республикасы Қаржы министрінің 11.12.2015 жылғы №648 бұйрығы.

7 «Самұрық-Қазына» АҚ тауарларды, жұмыстарды, қызметтерді электрондық сатып алуларын өткізу және елу және одан астам дауыс беруші акциялары (қатысу үлестері) меншіктілік немесе сенімді басқару құқығында «Самұрық-Қазына» АҚ тікелей немесе жанама тиесілі ұйымдар бойынша нұсқаулық.

8 **Сенченко, В. А.** Приобретение спецодежды общепроизводственного назначения через электронные торгии. // Журнал «Охрана труда и техника безопасности на промышленных предприятиях», М. – 2014. – №2. – С. 36–42.

9 Средства индивидуальной защиты: Справ. изд. /С. Л. Каминский, К. М. Смирнов, В. И. Жуков, Н. А. Краснощеков. – Л.; Химия, 1989. – 400с.:ил.

Материал 01.06.18 баспаға түсті.

С. Б. Иманбаева

Методика расчета необходимого количества средств индивидуальной защиты

Горный факультет,
 Карагандинский государственный технический университет,
 г. Караганда 100017, Республика Казахстан.
 Материал поступил в редакцию 01.06.18.

S. B. Imanbayeva

The technique of calculation of the necessary number of personal protective equipment

Mining Faculty,
 Karaganda State Technical University,
 Karaganda, 100017, Republic of Kazakhstan.
 Material received on 01.06.18.

В статье приводятся сведения о требованиях предъявляемых к средствам индивидуальной защиты, которые выбираются в соответствии с ростом, полом, размером обуви и одежды работника, а также с учетом условий труда работника и защитных свойств. Реальную информацию о условиях труда можно получить по результатам аттестации рабочих мест по условиям труда, в которой перечислены все рабочие места, по отношению к которым была проведена проверка, а также обнаруженные в процессе опасные или вредные производственные факторы, протоколы проведенных измерений и испытаний, а также протоколы оценки средств защиты на эффективность.

По результатам аттестации составляется карта защитных свойств индивидуальной защиты для профессий на предприятии. Большая роль при приобретении предприятиями эффективных средств индивидуальной защиты отводится правильно составленным конкурсным требованиям к закупаемым средствам индивидуальной защиты профессий с соответствующими техническими параметрами. В техническом задании прописывается каждая деталь средств индивидуальной защиты, что позволяет приобрести средства индивидуальной защиты заданного качества и по приемлемой цене. Планирование потребности средств индивидуальной защиты на предприятии трудоемкий и ответственный процесс,

так как неправильное планирование может привести к нехватке средств индивидуальной защиты работникам на планируемый год. Предложена методика, учитывающая потребность в средствах индивидуальной защиты ежемесячно, что снижает одновременные затраты предприятия на приобретение средств индивидуальной защиты. Также предлагается увеличить срок носки средств индивидуальной защиты за счет ее своевременного ремонта и ухода.

Information on requirements for personal protective equipment which is chosen according to growth, sex, the size of footwear and worker's clothes and also taking into account working conditions of the worker and protective properties are provided in the article. Real information on working conditions can be obtained by results of certification of jobs under the terms of work in which all jobs in relation to which an inspection has been carried out and also dangerous or harmful production factors found in process, protocols of the taken measurements and tests and also protocols of assessment of means of protection on efficiency.

By the results of certification the card of protective properties of individual protection for professions at the enterprise is formed. The big part at acquisition of effective remedies of individual protection by the enterprises is assigned correctly made competitive requirements to the purchased individual protection equipment of professions with the corresponding technical parameters. Each detail of individual protection equipment registers in the specification that allows to acquire individual protection equipment of the set quality and at reasonable price. Planning of requirement of individual protection equipment at the enterprise labor-intensive and responsible process as the wrong planning can result in lack of funds of individual protection to workers for the planned year. The technique considering the need for individual protection equipment by the month that reduces one-time costs of the enterprise of acquisition of individual protection equipment is offered. Also term is offered to increase wearing period of individual protection equipment due to its timely repair and care.

ГРНТИ 61.51.29

Г. Ж. Исенова¹, Г. С. Айткалиева²

¹магистрант, Факультет химических технологий и естествознания, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

²доктор PhD, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан
e-mail: ¹issenova_g@mail.ru; ²gulzat_slyashevna@mail.ru

ВЛИЯНИЕ НАПОЛНИТЕЛЯ НА СВОЙСТВА ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИХ КАТАЛИЗАТОРОВ КРЕКИНГА

В настоящей статье исследовано влияние наполнителя на свойства цеолитсодержащих катализаторов крекинга. Установлено, что катализаторы, содержащие наполнитель (глинозем), проявляют в процессе крекинга более высокие активность и селективность, чем катализаторы без наполнителя. Промышленное приготовление катализаторов крекинга с заданными каталитическими и физико-химическими свойствами должно основываться на оптимальном сочетании их компонентов: цеолита, наполнителя и матриц. Для исследования влияния состава многокомпонентных цеолитсодержащих катализаторов на их свойства были синтезированы и сопоставлены по каталитическим и физико-химическим свойствам катализаторы на аморфной алюмосиликатной основе, содержащей 10 % (масс.) цеолита NaY в редкоземельной форме и различное количество наполнителя – глинозема отечественного и импортного производства. Катализаторы испытывали на лабораторной установке, включающей реактор со стационарным слоем катализатора. В качестве сырья, согласно использовали керосино-газойлеву фракцию 200–350°C.

Ключевые слова: каталитический крекинг, катализаторы, наполнитель, активность, селективность.

ВВЕДЕНИЕ

В структуре современных НПЗ одним из основных процессов является каталитический крекинг, процесс получения высокооктановых бензиновых фракций. Его эффективность в значительной степени определяется характеристиками применяемого катализатора. Современные катализаторы крекинга должны обеспечивать высокий выход высокооктановой бензиновой

фракции при минимально необходимом содержании на них кокса. Это актуально для установок как с микросферическим, так и с шариковым катализатором. Промышленное приготовление катализаторов крекинга с заданными каталитическими и физико-химическими свойствами должно основываться на оптимальном сочетании их компонентов: цеолита, наполнителя и матрицы. Синтез цеолитсодержащих катализаторов в шариковой форме проводили на лабораторной установке проточного типа при одинаковых для всех образцов условиях на всех стадиях приготовления: формовка гидрогеля, синерезис, ионный обмен, сушка.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Катализаторы испытывали на лабораторной установке, включающей реактор со стационарным слоем катализатора. Перед испытанием катализатор прокачивали при температуре 600 °С в течение 6 ч в атмосфере 40 %-ного водяного пара, а затем стабилизировали при 750 °С в течение 6 ч в атмосфере 100 %-ного водяного пара. В качестве сырья использовали керосино-газойлевую фракцию 200–350 °С. Крекинг проводят при температуре 460 °С, объемной скорости подачи сырья 1,5 ч⁻¹ и массовой кратности циркуляции катализатора 2,2:1.

Регенерацию катализаторов осуществляли в токе осушенного воздуха при температуре 600 °С до полного выжигания кокса с их поверхности. Расход воздуха составлял 24 л/ч. Диоксид углерода, образующийся в результате полного окисления коксовых отложений на катализаторе кислородом воздуха, поглощался трубкой, заполненной аскаритом. Оксид углерода, образующийся в результате неполного окисления коксовых отложений, попадая в печь дожигания, окисляется до диоксида углерода в присутствии CuO при 380 °С, а затем поглощался в трубке, заполненной аскаритом.

Газ крекинга анализировали на газовом хроматографе с использованием детектора по теплопроводности и двух колонок, одна из которых заполнена инзенским кирпичом с жидкой фазой – гексадеканом, другая – цеолитом СаА. После прокачивания при 750 °С в среде 100 %-ного водяного пара определяли насыпную плотность и удельную поверхность синтезированных катализаторов.

Для определения удельной поверхности алюмосиликатных цеолитсодержащих катализаторов использовали метод низкотемпературной адсорбции. Перед измерением образец катализатора прокачивали в токе азота при температуре 180 °С в течение 2 ч. Удельную поверхность рассчитывали по уравнению Брунауэра–Эметта–Теллера (БЭТ) с использованием программного обеспечения прибора.

В ходе проведения экспериментов результаты экспериментальных исследований каталитических свойств приведены были приведены в таблице 1. Как видно, наименее активен катализатор без наполнителя. Выход бензина на нем, конверсия сырья и селективность по бензину минимальны. Среди катализаторов с наполнителем наиболее активны катализаторы, содержащие 5 и 10 % (масс.) отечественного глинозема. Они обеспечивают наибольший выход бензиновой фракции и наиболее селективны по этой фракции. Конверсия сырья на данных катализаторах тоже самая высокая. Катализаторы, содержащие импортный наполнитель, менее активны и селективны по бензину.

Введение в состав катализатора наполнителя различных типов приводит к изменению его насыпной плотности и удельной поверхности (таблица 2). Так, с введением отечественного глинозема насыпная плотность значительно уменьшается. Введение импортного глинозема приводит не к столь значительному ее уменьшению.

Таблица 1 – Свойства катализаторов

Цеолит-содержащий катализатор	Выход продуктов крекинга, % (масс.) на сырье			Конверсия сырья, % (масс.)	Селективность, по выходу бензиновой фракции. %
	бензиновая фракция	газ	кокс		
Без наполнителя	53,3	16,7	1,2	71,2	74,9
С отечественным наполнителем 5%	58,8	15	0,9	74,7	78,7
С отечественным наполнителем 10%	60	15,9	1,1	77	77,9
С импортным наполнителем 5%	55,5	15,9	1,2	72,6	76,4
С импортным наполнителем 10%	56,6	16,4	1,2	74,2	76,3

Сравнивая удельную поверхность паропереработанных катализаторов, можно отметить: катализаторы, содержащие по 5 % (масс.) исследуемых наполнителей, имеют приблизительно одинаковые удельные поверхности с катализатором, не содержащим наполнителя. При введении в катализатор по 10 % (масс.) исследуемых наполнителей удельная поверхность уменьшается.

Таблица 2 – Изменение насыпной плотности и удельной поверхности катализатора

Парообработанный цеолитсодержащий катализатор	Насыпная плотность, кг/м ³	Удельная поверхность, м ² /г
Без наполнителя	882	159
С отечественным наполнителем 5 %	780	160
С отечественным наполнителем 10 %	785	140
С импортным наполнителем 5 %	834	162
С импортным наполнителем 10 %	823	135

ВЫВОДЫ

Таким образом, катализаторы, содержащие наполнитель, проявляют при крекинге более высокие активность и селективность, чем катализаторы без наполнителя. Катализаторы, содержащие в качестве наполнителя отечественный глинозем, более активны и селективны по бензину, чем катализаторы с импортным глиноземом. Катализаторы, содержащие наполнитель (глинозем), проявляют в процессе крекинга более высокие активность и селективность, чем катализаторы без наполнителя, тем самым выход бензиновой фракции увеличивается.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Хаджиев, С. Н.** Крекинг нефтяных фракций на цеолитсодержащих катализаторах / С. Н. Хаджиев, Ю. П. Суворов, В. Р. Зиновьев. – М. : Химия, 1982.

2 **Радченко, Е. Д.** Промышленные катализаторы гидрогенизационных процессов нефтепереработки / Е. Д. Радченко, Б. К. Нефедов, Р. Р. Алиев. – М. : Химия, 1987.

3 **Елшин, А. И.** Разработка и внедрение современной технологии каталитического крекинга на установке ГК-3 // Нефтепереработка и нефтехимия / А. И. Елшин, Б. З. Соляр, Л. Ш. Глазов. – 2005. – № 6.

4 Задегбейджи Р. Каталитический крекинг в псевдооживленном слое катализатора / Р. Задегбейджи. – А. : Химия, 2012.

5 New FCC Catalyst // Hydrocarbon Processing. – 2006. – № 3.

Материал поступил в редакцию 01.06.18.

Г. Ж. Исенова¹, Г. С. Айткалиева²

Цеолитқұрамдас крекинг катализаторлары қасиеттеріне толтырғыштардың әсері

^{1,2}Химиялық технологиялар және жаратылыстану факультеті,

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,

Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.

Материал 01.06.18 баспаға түсті.

G. Z. Issenova¹, G. S. Aitkaliyeva²

Influence of the filler on the properties of zeolite-containing cracking catalysts

^{1,2}Faculty of Chemical Technology and Natural Sciences,

S. Toraighyrov Pavlodar State University,

Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.

Material received on 01.06.18.

Осы мақалада біз цеолитті крекинг катализаторлары қасиеттеріне толтырғыштан әсері зерттелді. Құрамында толтырғыштары (глинозем) бар катализаторлар толтырғышсызға қарағанда жоғары белсенділік пен селективтілікке қол жеткізіледі. Қажетті каталитикалық және физикалық-химиялық қасиеттері бар крекинг катализаторларын өнеркәсіптік дайындау олардың компоненттерін: цеолит, толтырғыш және матрица оңтайлы құрамына негізделуі тиіс. Көпкомпонентті цеолит құрамдас катализаторлар құрамының әсерін зерттеу үшін құрамында 10 % (масс.) NaY цеолиті сирек жерлі формада және түрлі мөлшерде отандық және шетелдік толтырғышы – глинозем бар аморфты алюмосиликат негізіндегі катализаторлар синтезделіп және каталитикалық және физика-химиялық қасиеттерімен салыстырылды. Катализаторлар тұрақты катализатор қабаты бар реакторда зертханалық қондырғыда сыналды. Шикізат ретінде 200–350 °С керосинді-газойль фракциясы қолданылды.

In this paper, the effect of filler on the properties of zeolite-containing cracking catalysts is investigated. It has been found that catalysts containing filler (alumina) exhibit higher activity and selectivity in the cracking process than catalysts without filler. The industrial preparation of cracking catalysts with specified catalytic and physico-chemical

properties should be based on the optimal combination of their components: zeolite, filler and matrices. To investigate the effect of the composition of multicomponent zeolite-containing catalysts on their properties, catalysts on an amorphous aluminosilicate basis containing 10 % (by mass) of NaY zeolite in rare earth form and different amounts of filler-alumina of domestic and import production. The catalysts were tested in a laboratory plant including a reactor with a stationary catalyst bed. As a raw material, the kerosene gas oil fraction 200–350 °C was used.

ГРНТИ 44.31.29

Н. Ж. Исмурзинов

магистрант, Энергетический факультет, кафедра теплоэнергетики, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан
e-mail: ismurzinov.nurbek@mail.ru

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ
ХАРАКТЕРИСТИК ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ
ИСТОЧНИКОВ ТОПЛИВА**

Статья посвящена исследованиям теплотехнических характеристик возобновляемых источников топлива в теплоэнергетике, этот сегмент топливной отрасли экономики должен быть надлежащим образом рентабелен как для производителя, так и приемлем по качеству и цене для потребителя. Современный взгляд на топливо должным образом сформирован в соответствии запасами твердого топлива в нашем регионе. Темпы разработки разрезов растут и глубина пластов залегания угля меняется. И это имеет уже абсолютно другие показатели и их актуализация сейчас крайне важна с учетом новых видов теплотехнического оборудования. Учитывая, что современный мир, это-мир бирж, то аналитические прогнозы и векторы развития топливного рынка основываются на актуальных данных по теплоте сгорания, элементарном составе топлива, и объёме возобновляемых источников топлива каждого региона в отдельности.

Ключевые слова: теплотехнические характеристики, теплота сгорания, возобновляемые источники топливных ресурсов.

ВВЕДЕНИЕ

В статье изложены исследования теплотехнических характеристик возобновляемого органического топлива, являющегося приоритетным при разработке дополнительных топливных сегментов рынка, с точки зрения решения экологических проблем Казахстана. Рассмотренные в статье проблемы реализаций проектов по внедрению возобновляемых источников топлива требует всестороннего рассмотрения с учетом мирового опыта. Широкое внедрение возобновляемого органического топлива позволяет не только снизить негативные влияния на окружающую среду, но и служит

стимулом для развития других смежных отраслей сельскохозяйственной части науки и бизнеса с интеграцией к топливному рынку.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Республика Казахстан является участником Рамочной конференции ООН по изменению климата, которая была ратифицирована в 1995 г. В соответствии с ней Казахстан имеет обязательства по выполнению программ, связанных с снижением выбросов в атмосферу парниковых газов, виновных в происходящем глобальном потеплении климата Земли. Одним из путей снижения выбросов серы в парниковых газах является замещение традиционных источников энергии в виде нефти, угля, газа брикетами из растительной листвы и полевых остатков растительных культур аграрных крестьянских хозяйств.

К сожалению, в РК еще нет достаточной нормативно правовой базы, и масштабных государственных долгосрочных финансируемых проектов, которые бы влияли в полной мере на развитие инфраструктуры сегмента в использование возобновляемых органических источников топлива.

В нашей стране до 2009 года не существовало законодательных механизмов, способствующих развитию потенциала скрытых в возобновляемых органических источников топлива. Единственный документ, в котором прослеживается некая заинтересованность государства в развитии использования возобновляемых источников топлива – это три пункта статьи 15 закона РК «Об энергосбережении» от 25.12.1997 1210–1 (новый закон до сих пор находится на утверждении)

Для будущих альтернативных энергетических, экологических потребностей Казахстана требуется диверсификация источников энергии. Предыдущие исследования показали, что методы производства энергии должны наилучшим образом соответствовать имеющимся природным ресурсам в регионе. Казахстан является индустриально-аграрной страной, имеет весомый потенциал сельскохозяйственной промышленности и топливных недр. Это достигается выращиванием различных сельскохозяйственных культур: зерновых, подсолнечника, хлопчатника, гречихи, риса, сахарный свеклы. При этом в использование войдут солома, рисовая шелуха, стебли проса, бобовые раковины, жмых подсолнечника, являющиеся сельскохозяйственными остатками, полученными в результате полевых работ, зачастую остающихся гниющими, вызывающими загрязнение воздуха

Опавшая листва в городе в апреле и октябре – энергетический и экономический потенциал, это деньги, которые лежат под ногами. Весь этот оставленный без внимания «подсобный», или проще сказать невостребованный, материал – это кладезь энергетического запаса страны.

Данные исследования получены путем проведения опытных исследований с калориметром марки LECO-AC-350, основанным на принципе цифрового сигнального процессора, предназначенного для измерения калорийности различных органических материалов: угля, кокса, масла, топливных брикетов, продуктов питания.

Значение калорийности измеряется сжиганием образца в определенной среде. Сжигание – освободившееся тепло пропорционально значению калорийности материала.

Анализируемый образец спрессованного брикета помещается в калориметр LECO-AC-350 сосуд с высоким атмосферным давлением, который называется баллоном. Баллон погружают в воду, образец поджигают. Измеряется температура электронным термометром с чувствительностью в 1/10000 °С.

В этой системе происходит обмен энергией между внешней средой и водой окружающем баллоне. Весь процесс контролируется, измеряется температура ведра и плаща во время опыта.

Микропроцессор измеряет каждые шесть секунд температуру воды, окружающей баллон. Аналогово-цифровой переводчик переводит этот выход на двоичное число, которое запоминается в памяти. Разница температур воды между периодами горения и после него обрабатывается компьютером, а результат отправляется на акселератор. Добавочная поправка проводится на серу, азот и влажность, выделяющихся во время горения образца. Результат-калорийность изображается на экране и печатается. Результат одновременно с № образца и весом записывается в список памяти. В этот момент возможно сделать титрацию содержания баллона и пересчитать результаты в случае неправильно введенных значений серы и азота.

Как и в любом деле эксперимент с калориметром требует учета всех нюансов по выдержке времени для обеспечения точного результата. Главным объектом исследования является процесс горения.

Химические реакции горения, как правило идут по разветвленно-цепному механизму с прогрессивным самоускорением за счёт выделяющегося при реакции тепла. Особенности горения, отличающие его от других физико-химических процессов с участием окислительно-восстановительных реакций, это большой тепловой эффект, большая энергия активации, приводящая к сильной зависимости скорости реакции от температуры.

После активации запальной проволоки в калориметрической бомбе мы получаем материал для анализа теплотехнических характеристик топлива это: теплота сгорания, зольность, наличие летучих веществ и серы, степень его крупности, температура

Горючими элементами в твердом топливе являются углерод С, водород Н и летучая горючая сера S. Если предположить, что элементы, входящие в

состав топлива, находящаяся в нем в виде механической смеси, то теплотворная способность топлива может быть подсчитана как сумма на основании сведений о сгорании горючих элементов.

Однако определение теплотворной способности подобными методами дает значительное расхождение с действительной теплотворной способностью, определенной методом калориметрирования. Происходит это вследствие того, что нельзя топливо рассматривать как механическую смесь отдельных элементов. Молекулы топлива имеют весьма сложное строение, и в процессе горения происходит химическое разложение молекул с затратой на эти процессы тепла.

Непосредственное определение теплотворной способности топлива производится путем сжигания навески топлива в атмосфере кислорода. Для этих целей служит так называемая калориметрическая бомба, представляющая собой толстостенный сосуд, в котором помещается топливо и нагнетается кислород до давления в 30 атм.

Бомба имеет емкость около 300 см³ из кислотоупорной стали. В крышке бомбы располагаются краны для подвода кислорода и выпуска сгоревших газов. Подвод кислорода производится по трубке в нижнюю часть бомбы; отводятся газы сверху. С крышкой бомбы соединяется стержень, к которому прикрепляется платиновая или кварцевая чашечка, в нее помещают навеску твердого топлива. Стержень и трубка, подводящая кислород, образуют электрическую цепь с топливом, причем стержень электрически изолируется от тела бомбы. По цепи пропускается электрический ток. Замыкание цепи производится стальной тонкой проволокой.

Навеску твердого топлива берут равной 1 г. Из навески твердого топлива часто образуют брикет, в который и впрессовывается замыкающая сеть, запальная проволока, сгорающая при пропускании через нее электрического тока напряжением 12–15 в. Проволока, сгорая, поджигает и навеску топлива.

Топливо (антрацит, уголь, сланцы, очаговые остатки, органическое топливо) сжигают в порошкообразном виде. Запальную проволоку изгибают так, чтобы она соприкасалась с топливом (с порошком твердого топлива или с жидким топливом).

Бомбу погружают в сосуд, наполненный водой и имеющий емкость 2500 см³. Этот калориметр в свою очередь помещают в металлический футляр с двойными стенками, пространство между которыми заполняют водой. Этот футляр в значительной степени защищает калориметр от теплообмена с окружающей средой.

Калориметр снабжают особыми мешалками, приводимыми в движение от электродвигателя и служащими для выравнивания температуры воды.

После того как в бомбу положена навеска топлива и впущен кислород с давлением 30 атм., по электрической цепи пропускается ток, запальная

проволока и навеска сгорают. Выделяющееся тепло нагревает воду калориметра; повышение температуры воды отмечается по специальному термометру с точностью до 0,001 °С.

В топливе и в баллоне с кислородом, откуда последний поступает в бомбу, имеется некоторое количество азота, способствующее образованию в бомбе азотной кислоты; точно так же летучая сера, сгорая, в воде превращается в серную кислоту. Образование этих кислот сопровождается тепловыделением, которое можно подсчитать и вычесть из полученной теплотворной способности, так как в эксплуатационной практике сжигания топлива таких кислот не образуется. Вода в бомбе - конденсат водяных паров, в бомбу наливают 10 см³ дистиллированной воды.

При сгорании навески топлива тепло воспринимается не только водой калориметра, но и всей установкой, состоящей из калориметрического сосуда с налитой в него водой, мешалки, термометра и бомбы с ее содержимым. Теплоемкости отдельных частей разные, поэтому предварительно бомбу тарируют, сжигая в ней вещество, теплотворная способность которого точно известна и не изменяется. При этом опыте выясняется водный эквивалент бомбы, т.е. тепловосприятие всех перечисленных частей установки заменяется тепловосприятием эквивалентного весового количества воды. В качестве вещества, сжигаемого при тарировке, обычно используется навеска бензойной кислоты.

Калориметр, находясь в комнате, даже без сжигания топлива в зависимости от температурных условий будет отдавать или воспринимать тепло окружающей среды. Поэтому разность температур, найденная в интервале от начала сжигания до конца повышения температуры воды в калориметре, еще не будет характеризовать тепловую способность топлива. Надо ввести поправку на теплообмен прибора с окружающей средой, так как за это время он в свою очередь мог отдавать или воспринимать тепло. Систематически записывая температуру воды в течение некоторого времени до опыта, во время опыта и после, можно получить эту поправку. Поправка определится на основании выявления величины изменения температуры воды в калориметре только вследствие воздействия с окружающей средой. Зная вес запальной проволоки и ее теплотворную способность, можно внести поправку и на горение проволоки.

При экспериментальном определении теплотворной способности топлива путем калориметрирования пары воды, получившиеся в результате реакции сгорания, конденсируются на относительно холодных стенках бомбы, возвращая скрытую теплоту парообразования. Поэтому теплотворная способность исследуемого топлива, определенная в калориметрической бомбе, будет выше того количества тепла, которое можно реализовать в практических условиях сжигания топлива в топках котлов или печей.

Возьмём во внимание исследования по теплотехническим характеристикам угля.

Количество залежей угля Шоптыкольского месторождения возрастает стратиграфически снизу вверх, достигая наибольшего значения в шоптыкольской свите. В настоящее время на шоптыкольском месторождении в его восточной части действует угольный разрез Майкубенский разрабатывающий пласты горизонты I-ш.

Проведя анализ по теплотехническим характеристикам казахстанского угля, данные указывают на то, что теплота сгорания каждого угля в основном зависит от определенных показателей

Тип угля Экибастузский ICC

Сера общая в сухом состоянии топлива, S_d 0,7 %

Сера колчеданная в сухом беззольном состоянии топлива, S_{daf} 0,3 %

Сера органическая в сухом беззольном состоянии топлива, S_{daf} 0,4 %

Углерод в сухом беззольном состоянии топлива, C_{daf} 44,8 %

Водород в сухом беззольном состоянии топлива, H_{daf} 3 %

Азот в сухом беззольном состоянии топлива, N_{daf} 0,8 %

Кислород в сухом беззольном состоянии топлива, O_{daf} 7,3 %

Характеристика данного угля: Разжечь его труднее, зато он горит долго и выделяет намного больше тепла. Уголь можно загружать большими партиями, так как в них горит преимущественно коксовый остаток, нет массового выделения летучих веществ. Очень важен режим поддува, так как при недостатке воздуха горение происходит медленно, возможно его прекращение, либо, напротив, чрезмерное повышение температуры, приводящее к уносу тепла и прогоранию котла.

Следующий вид -Шубаркольский уголь, отнесен к каменным углям марки Д (длиннопламенный), Угли имеют низкое содержание серы (до 0,5 %) и высокую теплотворную способность (от 5200 до 5700 ккал/кг) и при сгорании дают много тепла.

Жалынский уголь по степени углефикации отнесен к марке газовых и длиннопламенных (Г, Д и ДГ).

Угли относятся к спекающимся углям с низкой зольностью, низким содержанием серы и высоким показателем теплотворной способности и к средней категории обогатимости; Угли месторождения имеют стабильное качество. Показатели по теплотехническим характеристикам угля по маркам Г ДГ Д Сера общая (S_d), % 0,77.

Высшая теплота сгорания углей, 7630 ккал/кг

Низшая теплота сгорания углей, 6000 ккал/кг

Удельная теплота сгорания каменного угля (если делать расчет для его сухого беззольного состояния), составляет от 30,5 до 36,8 МДж/кг.

Данная характеристика, называется калорийностью, обозначает количество теплоты, которое выделяется при полном сгорании данной породы. Теплота сгорания каменного угля является одним из важнейших его свойств. Что касается центрального региона, содержание серы в углях ашлярикской и карагандинской свит обычно не превышает 1 % и только в отдельных пластах повышается до 1,5–2 %. В углях долинской и тентекской свит содержание серы обычно составляет 0,8–1,6 %, повышаясь в отдельных пластах до 2,4–3,2 %. Элементный состав: С–89 %, Н–3,8 %, N–1,5 %, O+S–5,7 %.

Теплота сгорания углей в пределах 8300-8800 ккал/кг, рабочая теплота сгорания в среднем равна 5320 ккал/кг.

Доступ к таким основным составляющим характеристикам угля получили путем нагрева твердого топлива в калориметре марки LECO-AC-350.

Этот вид исследования показывает актуальности и новизну в расчетных и проектных данных для оценки органических видов топлива по составу в процентном соотношении.

В общих исследованиях следует заметить то, что углерод, водород, сера – это те элементы, из которых складывается теплота сгорания.

Актуальность в определении теплоты сгорания состоит в том что это величина которая может быть разной, к примеру, мы можем взять разрез Богатырь и Восточный. на каждом разрезе свой темп работы и глубина разрабатываемых пластов. Тем самым содержания по элементарному составу тоже будет отличаться.

Все данные по топливу мы берем из справочников, которые во первых были написаны еще в советские времена, в тот момент эти данные брались с других пластов. А также они усреднялись к среднему показателю местности добычи.

Поэтому актуальность исследования теплоты сгорания – это золотая середина. На ней основываются все теплотехнические расчёты, экономический баланс, подбор к заявленным рабочим параметрам оборудования.

Первейшая задача исследования – обеспечить точность теплоты сгорания для возобновляемых источников топлива калориметрическим методом.

Таблица 1 – По низшей теплоте сгорания

Марка угля	Низшая теплота сгорания полученная из опытов	Низшая теплота по справочным данным
Майкубинский	4670 ккал/кг	4500 ккал/кг
Карагандинский	5200 ккал/кг	5019 ккал/кг
Шубаркульский	6926 ккал/кг	5600 ккал/кг
Керегетас	6209 ккал/кг	4400 ккал/кг

Ознакомившись с табличными данными мы видим широкий интервал показаний на один и тот же уголь. Поэтому дополнительные работы по определению теплоты сгорания мной будут исследованы для диссертации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Биомасса как источник энергии: под ред С. Соуфера, О. Заборский - М., мир 1985. – С. 22–28.

2 Руководство по эксплуатации АС-350 автоматический калориметр. – С. 8–12.

3 Статья. Исследования возможностей Казахстана в области внедрения возобновляемых источников энергий. Сейтхамзина Г.Ж. из материалов научно-практической конференций. – С. 1–2.

Материал поступил в редакцию 01.06.18.

Н. Ж. Исмурзинов

Жанартылғын органикалық отындардың жылутехникалық сипаттамаларын зерттеу

Энергетика факультеті,

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.

Материал 01.06.18 баспаға түсті.

N. Zh. Ismurzinov

Study of the thermal characteristics of renewable organic fuels

Faculty of Energy Engineering,

S. Toraihyrov Pavlodar State University,
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.

Material received on 01.06.18.

Мақала жылуэнергетикадағы жаңартылған органикалық отындардың жылутехникалық сипаттамаларын зерттеуге арналған, бұл экономиканың басқа салалары сияқты өндірушіге де, тұтынушыға да сапасы мен бағасына қолайлы болуы тиіс. Отын көзіне деген заманауи көзқарасы біздің өңірдегі қатты отын қорына сәйкес қалыптастырылған.

Көмір кесектердің даму қарқыны артып, көмір қабаттарының тереңдігі өзгеріп отырады және мүлдем басқа көрсеткіштерге

ие, оларды жаңғырту қазіргі уақытта өте маңызды, себебі жылу техниканың жаңа түрлеріне сай болу керек.

Қазіргі әлем, бұл қор биржаларының әлемі. Бүгінгі уақытта отын нарығын дамытудың талдамалық болжамдарын және векторларын ағымдағы негізге қалдықжанудың жылу, күлдің мазмұны және әрбір аймақта жаңартылатын отын көздерінің көлемі туралы өзекті деректерге негізделеді.

The article is devoted to the study of thermotechnical characteristics of renewable fuel sources in heat and power engineering, which should be properly profitable both for the manufacturer and acceptable in quality and price for the consumer. The modern view of the fuel is properly formed in accordance with the reserves of solid fuel in our region. The rates of the sections development are growing and the depth of the layers of coal deposits is changing and has absolutely different indicators and their actualization is now extremely important in view of new types of heat engineering equipment. Given that the modern world is the world of stock exchanges. That analytical forecasts and vectors of development of the fuel market are based on the current data on the heat of combustion, ash content, and the volume of renewable sources of fuel in each region separately.

А. К. Каримов¹, С. Р. Масакбаева²

¹магистрант, Факультет химических технологий и естествознания, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

²к.х.н., ассоц. профессор, доцент, Факультет химических технологий и естествознания, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан
e-mail: ¹uchebnaya.pochta.12@inbox.ru

ЗАМЕНА ПАРОВОГО ОБОГРЕВА РЕБОЙЛЕРОВ НА ОБОГРЕВ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ ТЕРМИНОЛ 66 УСТАНОВКИ ИЗОМЕРИЗАЦИИ

В данной статье рассматриваются вопросы, связанные с заменой парового обогрева на обогрев другим теплоносителем в установке изомеризации в условиях ТОО «ПНХЗ». Теплоноситель является неотъемлемой частью производственного процесса. На производстве применяются различные виды теплоносителей как по химическому составу, так и в различных агрегатных состояниях. В основном от выбора теплоносителя будет зависеть работа той или иной установки. При неправильном выборе теплоносителя возможны проблемы как с ведением технологического режима, так и с работой теплообменного оборудования. Для предотвращения подобных ситуации требуется замена парового обогрева на альтернативные теплоносители. В статье приводятся недостатки использования парового обогрева при ведении технологического процесса изомеризации и краткая назначение и характеристика данной установки. Выполнен сравнительный анализ наиболее эффективных теплоносителей, которые могут быть использованы в данном процессе. По результатам литературного обзора был подобран теплоноситель Терминол 66.

Ключевые слова: терминол, Изомеризация, технологическая схема, ребойлер, колонна, конденсат, стабилизатор, деизогексанизатор.

ВВЕДЕНИЕ

В результате экономического роста за последние годы в Республике Казахстан складываются тенденции, аналогичные общемировым, – рост

потребления и изменения ассортимента потребляемых нефтепродуктов, ужесточение требований к качеству топлива, ужесточение экологических требований.

В этой связи, с целью обеспечения энергетической безопасности, повышения эффективности производства, снижения импорта ГСМ из соседних стран, а также производства моторных топлив, соответствующих требованиям экологических классов К – 4, К – 5 ТОО «ПНХЗ» реализует проект «Модернизация Павлодарского нефтехимического завода», который включает в себя постройку новых установок и объектов общезаводского хозяйства. Одной из новых установок является комбинированная установка изомеризации и сплиттер нефти, предназначенная для получения изомеризата (высокооктанового компонента бензина)

В процессе изомеризации происходит перегруппировка молекулярной структуры нормальных парафинов C5 – C6 в парафины изостроения с более высоким октановым числом, которая осуществляется на катализаторе в среде водородсодержащего газа. В качестве катализатора используется катализатор на основе хлорированного оксида алюминия, содержащего платиновый промотор. Процесс изомеризации легкой бензиновой фракции характеризуется двумя основными типами реакций – гидрогенизацией бензола и изомеризацией предельных углеводородов.

Производительность установки изомеризации А100 – 570 тыс.т/год, сплиттер нефти В300S – 1961 тыс.т/год.

На установку подается пар высокого, среднего, низкого давления и охлаждается до необходимой температуры с помощью подачи котловой воды. Котловая вода делится: на котловую воду высокого давления и котловую воду среднего давления. Пар смешивается с котловой водой в пароохладителях DS и далее подается в теплообменники.

Температура на входе реакторов является наиболее важной технологической переменной, влияющей на качество получаемого продукта. Высокая температура повышает активность катализатора. Однако с ростом температуры происходит снижение равновесного количества изомеров в продуктовой смеси реактора и увеличение доли реакций гидрокрекинга и, следовательно, скорость закоксовывания катализатора.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Процесс изомеризации легкой нефти осуществляется в двух последовательно соединенных реакторах. В реакторе первой стадии протекает основная часть реакций изомеризации, в том числе и реакций гидрокрекинга соединений C7+, сопровождающихся выделением тепла, повышающих средневзвешенную температуру слоя катализатора. Таким

образом, первый реактор работает при более высокой температуре, что объясняется быстрым первоначальным сдвигом к равновесному состоянию, а также более высокой скоростью реакции изомеризации.

Для завершения реакций изомеризации и предотвращения снижения равновесного количества изомеров во втором реакторе поддерживается более низкая температура, поэтому продуктовая смесь реактора первой стадии охлаждается до требуемой температуры потоком холодного сырья блока изомеризации.

Таким образом, температура на входе первого реактора определяется количеством присутствующих в сырье соединений C_7+ и концентрацией циклических соединений, а температура на входе второго реактора регулирует степень изомеризации – максимально возможное содержание в продуктовой смеси реактора изо- C_5 и 2,2-диметилбутана (2,2-ДМБ), достигаемое без чрезмерного увеличения концентрации продуктов гидрокрекинга и компенсирует снижение активности катализатора. Оптимальный температурный режим на входе в реактор первой стадии изомеризации следующий: 140 °C начало цикла 203 °C конец цикла.

Оптимальный температурный режим на входе в реактор второй стадии изомеризации: 133 °C начало цикла 160 °C конец цикла.

Однако данный процесс в условиях ТОО «ПНХЗ» сопровождается следующими проблемами: большой расход пара различного давления; в ходе ведения процесса возможное попадание конденсата в реактора Р-002 в случае пропуска трубного пучка, вследствие чего может произойти деактивация катализатора; при низких температурах возможно замерзание трубопроводов и конденсатоотводчиков; установка загромождена большим количеством трубопроводов и вспомогательным оборудованием для подачи пара на теплообменники.

Все эти проблемы связаны с использованием водяного пара в качестве теплоносителя. Замена теплоносителя позволит решить данные проблемы.

В настоящее время в промышленности нашли применение следующие типы высокотемпературных теплоносителей: жидкометаллические, ионные и органические.

Металлы как высокотемпературные теплоносители применяются в жидком и парообразном состоянии. В настоящее время как в жидком, так и в парообразном состоянии применяются литий, натрий и ртуть. Среди высокотемпературных теплоносителей жидкометаллические имеют самую высокую термическую стойкость. Однако наряду с этим они оказывают самое большое агрессивное воздействие на конструкционные материалы. Пары жидкометаллических теплоносителей обладают высокой токсичностью, а некоторые при контакте с воздухом взрывоопасны.

Ионные теплоносители менее термически стойки, чем жидкометаллические, однако в отличие от последних они оказывают значительно менее агрессивное воздействие на конструкционные материалы. Предельная допустимая температура применения ионных теплоносителей определяется их термической стойкостью.

Высокотемпературные органические теплоносители применяются как в жидком, так и в парообразном состоянии. Они охватывают большое количество циклических, ациклических и смешанных соединений. Эти теплоносители практически не корродируют обычные конструкционные материалы. Высокотемпературные органические теплоносители бывают практически нетоксичные и весьма токсичные (при применении хлорпроизводного дифенила).

Для данной установки более эффективными будут высокотемпературные органические теплоносители, т.к. они оказывают минимальное коррозионное воздействие на конструкционные материалы, практически не токсичны, (если не использовать хлорпроизводные дифенила), поддерживают оптимальные показатели по таким критериям как теплоемкость, вязкость и температура самовоспламенения. На аналогичных современных установках в качестве органических теплоносителей используют теплоносители типа «Therminol» (Терминол), который состоит из модифицированного терфинала, обладающей свойствами ароматических углеводородов, что обеспечивает более безопасную эксплуатацию оборудования.

Наиболее распространенные типы теплоносителя приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительный анализ теплоносителей

THERMINOL 59 Экономичный теплоноситель для широкого диапазона температур	THERMINOL 62 Высокопроизводительный теплоноситель для низкого давления	THERMINOL 66 Высокотемпературный теплоноситель для низкого давления
Прозрачная желтая жидкость, переходящая в темно-желтую	Бесцветная жидкость	Прозрачная бледно-желтая жидкость
Алкилацетиленовая ароматика	Изопропил бифенил, смесь	Модифицированный терфенил
600°F	620°F	650°F
650°F	678°F	705°F
553°F	633°F	678°F
-35°F	12°F	52°F
-56°F	-9°F	27°F
-90°F (ISO 3016)	-44°F	-25°F
295°F	340°F	363°F
310°F	385°F	414°F
760°F (DIN 51794)	813°F (DIN 51794)	750°F (DIN 51794)
63°F	122°F	162°F
0°F 45	0°F 843	50°F 339
200°F 1.57	200°F 2.83	300°F 1.68
400°F 0.55	400°F 0.69	500°F 0.63
600°F 0.31	620°F 0.28	650°F 0.43
8.11	7.56	8.39
0°F 8.36 фунт/гал 62.5 фунт/фут³	0°F 8.19 фунт/гал 61.3 фунт/фут³	50°F 8.47 фунт/гал 63.4 фунт/фут³
200°F 7.68 фунт/гал 57.5 фунт/фут³	200°F 7.53 фунт/гал 56.3 фунт/фут³	300°F 7.69 фунт/гал 57.5 фунт/фут³
400°F 6.98 фунт/гал 52.2 фунт/фут³	400°F 6.81 фунт/гал 50.9 фунт/фут³	500°F 7.01 фунт/гал 52.5 фунт/фут³
600°F 6.18 фунт/гал 46.2 фунт/фут³	620°F 5.87 фунт/гал 43.9 фунт/фут³	650°F 6.44 фунт/гал 48.2 фунт/фут³
0°F 0.373	0°F 0.440	50°F 0.365
200°F 0.459	200°F 0.509	300°F 0.400
400°F 0.547	400°F 0.565	500°F 0.578
600°F 0.640	620°F 0.617	650°F 0.655
0°F 0.0716	0°F 0.0729	50°F 0.0682
200°F 0.0668	200°F 0.0673	300°F 0.0636
400°F 0.0600	400°F 0.0610	500°F 0.0574
600°F 0.0553	620°F 0.0518	650°F 0.0514
200°F 19.5 мм.гр.ст. 0.378 фунт/дюйм	200°F 0.29 мм.гр.ст. 0.006 фунт/дюйм	300°F 2.9 мм.гр.ст. 0.056 фунт/дюйм
400°F 111 мм.гр.ст. 2.14 фунт/дюйм	400°F 30.2 мм.гр.ст. 0.584 фунт/дюйм	500°F 90 мм.гр.ст. 1.7 фунт/дюйм
600°F 1.220 мм.гр.ст. 23.6 фунт/дюйм	620°F 670 мм.гр.ст. 13.0 фунт/дюйм	650°F 570 мм.гр.ст. 11 фунт/дюйм
Глобально	Глобально	Глобально

Рабочие параметры теплообменника установки изомеризации перед реактором варьируются от 284 до 397 F, теплообменника ребойлера колонны стабилизации 341 F, теплообменника ребойлера колонны деизогексанизатора 266 F.

Как видно из таблицы у Терминола 66 есть ряд преимуществ по таким показателям, как максимальная температура применения 650 F, нормальная температура кипения 678 F, температура воспламенения 414 F, а также

оптимальные данные по таким критериям как теплоемкость, кинематическая вязкость и температура самовоспламенения. Широкий диапазон температур, дает возможность использовать данный теплоноситель на других установках предприятия.

ВЫВОДЫ

Использование теплоносителя Терминол на установке изомеризации будет способствовать улучшению следующих показателей:

- отсутствие влаги в теплоносителе;
- снижение расходов на эксплуатацию оборудования;
- снижения количества аварийных ситуаций, связанных с замерзанием трубопроводов;
- снижение нагрузки на персонал установки;
- снижение количества обслуживаемого оборудования;
- снижение зависимости от пара и конденсатной станции.

СПИСОК ИСПОЛЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 **Ахметов, С. А.** Технология глубокой переработки нефти: Уч. Пособие для вузов. – Уфа : Гилем, 2002 . – 672 с.
- 2 ТОО «Атырауский НПЗ»: Технологический регламент комбинированной установки гидроочистки бензина Производства ПНГО. TP-2-015-008-2011, 2011. – 311 с.
- 3 ТОО «ПНХЗ»: Технологический регламент комбинированной установки А100В300S. TP-74-19-16, 2016. – 234 с.
- 4 Eastman: Руководство по выбору оптимального теплоносителя. TF-RUS-01A, 2016. – 9 с.
- 5 **Фолиянц, А. Е., Мартынов, Н. В., Серебряный, В. Б., Самохин, Ю. Н.** Эксплуатация и ремонт технологических трубопроводов под давлением до 10 МПа. РД 38.13.004 – 86. – М. : Химия, 1988. – 288 с.

Материал поступил в редакцию 01.06.18.

*A. K. Karimov¹, S. P. Masakbaeva²***Ребойлердің бірінші қыздыруын изомерлеу қондырғысының салқындатқыш терминол 66 жылумен қамтамасыз ету үшін ауыстыру**^{1,2}Химиялық технологиялар және жаратылыстану факультеті,С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.
Материал 01.06.18 баспаға түсті.*A. K. Karimov¹, S. R. Masakbaeva²***Replacement of steam heating of reboilers for heating with coolant Terminol 66 isomerization unit**^{1,2}Faculty of Chemical Technology and Natural Sciences,
S. Toraihyrov Pavlodar State University,
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.
Material received on 01.06.18.

Осы мақалада «Павлодар мұнай-химия зауыты» ЖШС жағдайында жылууды жылытуға арналған басқа изотүйректегін қондырғыдағы басқа жылууды ауыстыруға қатысты мәселелер қарастырылады. Жылу тасымалдаушысы өндіріс процесінің ажырамас бөлігі болып табылады. Салқындатқыш әр түрлі түрлері өндірісте химиялық құрамы жағынан да, түрлі агрегаттарда да қолданылады. Негізінен, салқындатқышты таңдау белгілі бір қондырғының жұмысына байланысты болады. Егер салқындатқыш дұрыс таңдалмаса, технологиялық режимді ұстап, сонымен қатар жылу алмастырғыш жабдықты пайдалану кезінде қиындықтар туындауы мүмкін. Осындай жағдайдың алдын алу үшін баламалы жылу тасымалдағыштармен бу жылытқышын ауыстыру қажет. Мақалада изомерлеу үдерісі кезінде бумен жылууды пайдаланудағы кемшіліктер және осы құрылғының қысқа сипаттамасы берілген. Осы үдерісте пайдаланылуы мүмкін ең тиімді салқындатқыштарды салыстырмалы талдау жүргізіледі. Әдеби шолудың нәтижесі бойынша салқындатқыш Терминол 66 таңдалды.

In this article we consider the issues related to the replacement of steam heating for heating with a coolant in the isomerization unit under the conditions of LLP «Pavlodar Oil Chemistry Refinery». Basically,

the choice of the coolant will depend on the operation of a particular installation. Various types of coolants are used in production both in terms of chemical composition and in various aggregate states. If the coolant is chosen incorrectly, there can be problems both with the maintenance of the technological regime and with the operation of the heat exchange equipment. To prevent such a situation, it is necessary to replace steam heating with alternative heat carriers. The article presents shortcomings in the use of steam heating during the process of isomerization and a brief description of this installation. A comparative analysis of the most effective coolants that can be used in this process. According to the results of a literary survey the Terminol 66 was selected.

Н. А. Исупова¹, С. Т. Касенов²

¹доктор PhD, ассоц. профессор, Энергетический факультет, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

²магистрант, Энергетический факультет, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Экибастуз, Республика Казахстан
e-mail: ¹natashaisu@mail.ru

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ
УГЛЕПОГРУЗОЧНОГО КОМПЛЕКСА И РАЗРАБОТКА
ЕЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

В статье говорится о необходимости автоматизации процессов на угледобывающих предприятиях. К данным процессам относятся и углепогрузочные работы на железнодорожном транспорте. Изучение источников по данной теме позволило сформулировать основные требования, предъявляемые к современным углепогрузочным комплексам. В соответствии с ними, а так же используя анализ известных технических решений, предложена усовершенствованная технологическая схема углепогрузочного комплекса и разработана автоматизированная система управления данным комплексом. Использование данной схемы, с системой ее управления, позволит решить следующие задачи при погрузке угля в железнодорожные вагоны: оптимальная загрузка вагонов; минимальное время загрузки и сокращение простоев вагонов; автоматизация документооборота и быстрое оформление отгрузочных документов; предотвращение выдуваний угля при транспортировке; точный весовой учет угля поступившего на загрузку со склада; определение качества угля, исключение влияния человеческого фактора на погрузочные работы.

Ключевые слова: углепогрузочный комплекс, технологическая схема, система управления, автоматизация.

ВВЕДЕНИЕ

Современные технологические объекты и производственные процессы на угледобывающих предприятиях характеризуются непрерывным ростом скоростей, размеров и мощностей машин и агрегатов, усилением и усложнением взаимной связи между ними. Для эффективного управления

технологическим оборудованием на угледобывающих предприятиях необходимо воспринимать, запоминать и перерабатывать с высокой скоростью и точностью такое количество информации, что человек не в состоянии справиться с этой задачей без применения специальных методов и устройств. Поэтому в настоящее время возникла необходимость автоматизировать производственные процессы на данных предприятиях [1].

Одним из таких процессов на угледобывающем предприятии являются погрузочные работы на железнодорожном транспорте. Для повышения их эффективности необходимо улучшить процессы погрузки и учета угля в железнодорожные вагоны. В настоящее время предложено несколько систем управления данным процессом [1–8]. Авторами данной статьи был выполнен их анализ и предложена новая усовершенствованная технологическая схема углепогрузочного комплекса и система ее управления, которые представлены в данной статье.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Усовершенствованный углепогрузочный комплекс разрабатывался в соответствии с требованиями, предъявляемыми к современным углепогрузочным комплексам [2–4, 5]:

- оптимальная загрузка вагона (отсутствие недогрузов и перегрузов);
- минимальное время загрузки и сокращение простоев вагонов;
- автоматизация документооборота и быстрое оформление отгрузочных документов;
- предотвращения выдуваний угля при транспортировке;
- точный весовой учет угля поступившего на загрузку со склада;
- определения качества угля;
- исключение влияния человеческого фактора на погрузочные работы.

Технологический процесс погрузки угля в железнодорожные вагоны включает три основные группы оборудования: механизмы для продвижения вагонов, весы для взвешивания, загрузочные устройства [1]. Рассмотрим каждую группу оборудования отдельно.

Для продвижения вагонов при погрузочных работах применяются тележки (например, МУТ-3К, МУП-4К) и маневровые устройства (например, МУ-25, МУ-12, МУ-6) [1].

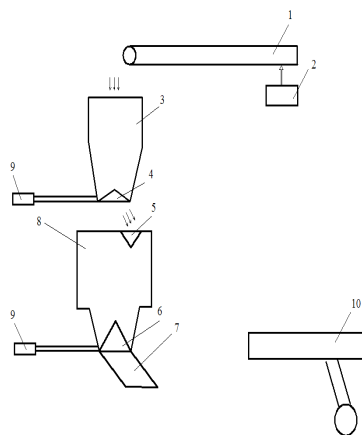
Для разрабатываемого углепогрузочного комплекса предлагается выбрать маневровое устройство МУ-25. Оно предназначено для перемещения в обоих направлениях железнодорожных вагонов и составов на проходных или тупиковых путях погрузочных пунктов и иных целей при маневровых работах при температуре от – 35 °С до +35 °С.

Для взвешивания железнодорожных вагонов с отгружаемым углем служат вагонные весы. Как показано в [9] наиболее предпочтительными для работы в современных системах учета грузопотока железнодорожного транспорта являются тензометрические или оптические вагонные весы, с возможностью производить измерения в статическом и динамическом режимах.

Загрузочные устройства служат для выполнения основных операций загрузки угля в вагон и равномерного распределения угля в нем. В состав загрузочных устройств входят конвейеры, бункера, желоба, бункерные затворы [1].

Часть процесса, относящаяся к загрузке угля, включает в себя наибольшее количество оборудования и имеет наиболее сложную технологическую схему и соответственно систему управления. Непосредственно загрузку угля в вагоны выполняют загрузочные устройства, которые служат для выполнения основных операций загрузки угля в вагоны и его равномерного распределения.

Усовершенствованная технологическая схема загрузочного устройства [1–8] показана на рисунке 1.



- 1 – ленточный транспортер, 2 – двигатель, 3 – бункер-накопитель,
- 4 – выходной люк с задвижкой, 5 – приемная воронка, 6 – выходной люк,
- 7 – направляющий желоб 8 – весовой бункер, 9 – гидроприводы,
- 10 – каток-уплотнитель.

Рисунок 1 – Загрузочное устройство

Загрузочное устройство работает следующим образом: уголь через ленточный транспортер 1, который приводит в движение двигатель 2,

поступает в бункер-накопитель 3. Затем через выходной люк с задвижкой 4 уголь попадает в весовой бункер 8 через приемную воронку 5. В вагоны уголь поступает через выходной люк 6 и направляющий желоб 7. Открытие и закрытие выходных люков 4 и 6 осуществляется гидроприводами 9. Каток-уплотнитель 10 служит для формирования «шапки» угля с целью предотвращения его выдуваний при транспортировке.

Данная технологическая схема загрузочного устройства позволит достаточно эффективно выполнить загрузку угля в железнодорожные вагоны и вести учет материальных ресурсов.

Автоматизация процесса загрузки угля в железнодорожные вагоны позволит повысить эффективность данного процесса.

Схема загрузочного устройства с расположенными на нем датчиками [1–8] показана на рисунке 2.

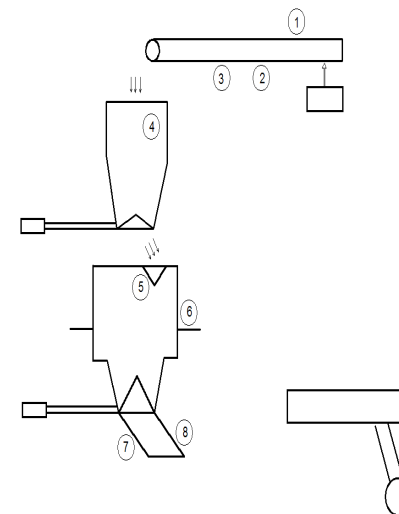


Рисунок 2 – Схема расположения датчиков на загрузочном устройстве

На схеме рисунка 2 имеются следующие датчики: 1 – датчик определения зольности угля, 2 – датчик веса, 3 – датчик скорости, 4 – датчик уровня, 5, 6 – датчики веса, 7, 8 – датчики уровня.

Система автоматизации загрузочного устройства работает следующим образом. Поступающий со склада на ленточный транспортер уголь проходит систему экспресс анализа зольности с помощью датчика 1. Данные о зольности автоматически вносятся в базу данных. Датчик веса

2 и датчик скорости транспортера 3 служат для определения количество угля поступающего на загрузку со склада. Эти данные вносятся в базу данных. В бункере-накопителе установлен датчик уровня 4, по показаниям которого происходит заполнение бункера углем. Когда уровень угля в бункере-накопителе достигнет максимальной величины, то подается сигнал на остановку транспортера, затем при достижении минимального значения уровня угля в бункере-накопителе подается сигнал на начало движения транспортера. Уголь из бункера-накопителя поступает в весовой бункер через приемную воронку, которая установлена на дозирующей платформе 5, которая измеряет количество угля поступившего в весовой бункер. Эти данные заносятся в базу данных. Весовой бункер расположен на датчике веса 6. По данным получаемым с датчика веса 6 и дозирующей платформы 5 высчитывается заполнение углем весового бункера. В случае его максимального заполнения подается сигнал на закрытие задвижки выходного люка бункера-накопителя. Когда количества угля в весовом бункере будет недостаточным для погрузки, тогда поступит сигнал на открытие задвижки выходного люка бункера-накопителя для заполнения весового бункера углем. Ультразвуковые уровнемеры 7 и 8 установлены по двум сторонам направляющего желоба. Они обеспечивают качественную загрузку вагона углем по объему, без участия оператора. При загрузке уровнемеры 7 и 8 начинают контроль над уровнем загрузки. При достижении верхнего значения уровня угля в кузове вагона маневровое устройство передвигает вагон в следующее положение и продолжается загрузка вагона. После загрузки вагона углем каток-уплотнитель формирует «шапку» угля для предотвращения выдуваний при транспортировке

Для автоматического распознавания номеров вагонов служит комплект оборудования системы видеонаблюдения и распознавания номеров вагонов. Система видеонаблюдения позволяет значительно снизить влияние человеческого фактора на погрузочные работы.

Управления данной системой управления предлагается осуществлять с помощью ПЛК (программируемого логического контроллера). Это позволит задавать алгоритм функционирования системы автоматизированного управления программным путем. Что значительно облегчает создание системы, и позволяет создавать более эффективные алгоритмы управления. Кроме того, введение микроконтроллера позволит эффективнее обработать полученную информацию с датчиков с возможностью ее вывода на индикационные элементы, а также передачи (при надобности) на монитор оператора. Кроме того, использование микроконтроллера, при построении системы автоматизированного управления, позволит уменьшить габариты блока, увеличить его надежность. Легкость перепрограммирования современных микроконтроллеров позволяет в

дальнейшем усовершенствовать алгоритм управления без больших затрат времени и без изменения структуры системы [10].

Управление усовершенствованным углепогрузочным комплексом можно осуществлять в трех режимах: в автоматическом, в ручном и в полуавтоматическом.

ВЫВОДЫ

В данной статье представлена усовершенствованная технологическая схема процесса погрузки угля в железнодорожные вагоны. А так же разработана автоматизированная система ее управления. С их помощью задачи, поставленные к модернизируемому углепогрузочному комплексу, решаются следующим образом. Весовой бункер с датчиками веса в нем и вагонные весы позволяют выполнить загрузку вагонов углем наиболее точно. С помощью датчиков веса и скорости транспортера ведется точный весовой учет угля поступившего на загрузку со склада. Качество угля определяется датчиком зольности угля. Наличие в технологической схеме катка-уплотнителя позволяет проводить действия, которые предотвратят выдувание угля при транспортировке. Совместная работа бункера-накопителя и весового бункера с датчиками расположенными в них, а так же работа вагонных весов минимизирует время загрузки вагонов и сокращает их простои. В качестве управляющего устройства предложено использовать программируемый логический контроллер. Его использование облегчает работу системы и позволяет создавать наиболее гибкие алгоритмы управления, а так же автоматизировать документооборот и быстро оформлять отгрузочные документы. Структура системы управления под управлением программируемого логического контроллера, наличие системы видеонаблюдения и распознавания номеров вагонов, а так же датчики уровня на направляющем желобе позволяют исключить влияния человеческого фактора на погрузочные работы. Таки образом, погрузочные работы могут вестись как под управлением оператора, так и под управлением контроллера под наблюдением оператора или вовсе без оператора в автоматическом режиме.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Батицкий, В. А., Куроедов, В. И., Рыжков, А. А.** Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП в горной промышленности. – М. : Недра, 1991. – 303 с.

2 **Синегуб, П. С., Гавриленко, Б. В.** Автоматизированный комплекс погрузки угля в железнодорожные вагоны // Поиск молодых Сборник научных статей VI Международной научно-технической конференции аспирантов и студентов. – Донецк. – 2006. – № 2. – С. 124–127.

3 **Акашев, А. З., Балабаев, О. Т., Катиев, Т. С., Косбармаков, С. Ж.** Совершенствование весоизмерительного устройства для погрузки угля в железнодорожные вагоны // Труды университета. – 2014. – № 4. – С. 63–66.

4 **Зыкова, О. С.** Компьютерная система контроля процесса погрузки угля // XVI Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные техника и технологии». – Томск, 2010. – С. 206–294.

5 Корпорация «Уголь» Автоматизированный углепогрузочный комплекс // Уголь. – 2013. – № 8. – С. 82–83.

6 Пат. 29538 РК. Весоизмерительное устройство / А. З. Акашев, О. Т. Балабаев, Т. С. Катиев; опубл. 16.02.2015, Бюл. – № 2. – 3 с.

7 **Эйнберг, С. В.** Модернизация углепогрузочного комплекса // IV Научно-практическая конференция «Информационно-измерительная техника и технологии». – Томск, 2013. – С. 90–93.

8 А.с. 1294733. СССР. Способ дозированной погрузки сыпучих материалов в железнодорожные вагоны /Н. А. Прядко, Е. К. Травкин, М. Б. Беренбойм, М. А. Левин, Л. Д. Либерман; опубл. 07.03.87, Бюл. № 9. – 4 с.

9 **Исупова, Н. А., Касенов, С. Т.** Анализ весоизмерительного оборудования для взвешивания железнодорожного транспорта // IV Международная научная конференция молодых ученых, магистрантов, студентов и школьников «XVIII Сатпаевские чтения». – Павлодар, 2018. – С. 187–193.

10 <http://masters.donntu.org/2007/fema/sinegub/diss/index.htm>

Материал поступил в редакцию 01.06.18.

Н. А. Исупова¹, С. Т. Касенов²

Көмірді тиеу комплексінің технологиялық нұсқау модернизациясы және оның басқару жүйесін дамыту

^{1,2}Энергетикалық факультеті,

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.

Материал 01.06.18 баспаға түсті.

N. A. Isupova¹, S. T. Kasenov²

Modernization of the technological scheme of the carbon complex and development of its automated control system

^{1,2}Faculty of Energy Engineering,
S. Toraighyrov Pavlodar State University,
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.

Material received on 01.06.18.

Мақалада көмір өндіретін кәсіпорындардағы процестерді автоматтандыру қажеттілігі туралы айтылады. Бұл процестер теміржол көлігінде көмірді тиеу операцияларын қамтиды. Осы тақырып бойынша көздерді зерттеу қазіргі көмірді тиеу кешендеріне қойылатын негізгі талаптарды қалыптастыруға мүмкіндік берді. Олардың негізінде және белгілі техникалық шешімдерді талдау арқылы көмірді тиеу кешенінің озық технологиялық схемасы ұсынылады. Бұл кешенді басқару жүйесі әзірленді. Пайдалану осы схемасы, жүйесі және оның басқару, мынадай міндеттерді шешуге мүмкіндік береді кезінде көмірді тиеу темір жол вагондарына: оңтайлы жүктемесін вагондар (болмауы недогрузов және перегрузов); ең аз уақыты, тиеу және қысқарту, вагондардың бос тұрып қалуын; құжат айналымын автоматтандыруға және жылдам рәсімдеу құжаттарының болдырмау; көмірді тасымалдау кезінде; нақты салмақ есепке көмір түскен жүктеуді қоймадан сапасын анықтау; көмір шығару кезінде адами фактордың әсерін тиеу.

The article talks about the need to automate processes at coal-mining enterprises. These processes include coal loading operations in railway transport. The study of sources on this topic includes the main requirements for modern coal loading complexes. Based on them and using the analysis of known technical solutions, an advanced technological scheme of the coal loading complex is proposed. Also, a system for managing the data of a complex is formed. The use of this scheme, with the help of its management, allows to solve the following tasks: optimal loading of wagons (absence of underloads and overloads); minimum loading time and reduction of idle times; automation of workflow and quick processing of shipping documents; prevention of blowing coal during transportation; accurate weight accounting of coal supplied for loading from the warehouse; determination of coal quality, elimination of human factor influence on loading operations.

М. Я. Клецель¹, А. С. Барукин², А. Г. Калтаев²

¹д.т.н., профессор, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

²докторанты, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан
e-mail: alexbarukin@mail.ru

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ НА ГЕРКОНАХ

Констатируется, что проблема построения устройств релейной защиты без трансформаторов тока является актуальной. Предлагается её решение с помощью герконов. Упоминаются преимущества и недостатки этих защит в сравнении с традиционными. Отмечено, что одним из ключевых нерешенных вопросов для защит на герконах является оценка их надежности. Для оценки предлагается использовать логико-вероятностный метод, в котором определяются величины коэффициентов неготовности. Выводятся формулы для определения этих коэффициентов. Предлагается применять мажоритарный принцип построения с обязательным резервированием не только блоков защиты, но и её выходных органов. Показывается, что мажорирование позволит добиться значительного снижения коэффициентов неготовности защит на герконах и, таким образом, повысить их надежность, превосходя в некоторых случаях лучшие традиционные защиты.

Ключевые слова: релейная защита, надежность, геркон, мажорирование, коэффициент неготовности.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из принципиально не решенных проблем электроэнергетики считается [1] построение устройств релейной защиты (УРЗ) без использования трансформаторов тока (ТА). Дело не только в том, что ТА металлоемки и громоздки, но и в необходимости использования новых датчиков тока и УРЗ для максимально возможного повышения надежности всей системы УРЗ путем дублирования (особенно микропроцессорных защит, так как они не оправдали ожиданий по надежности). Как показано в [2–4], одним из путей решения этой проблемы может быть использование герконов. Уже предложены принципы построения [3, 4] и модели максимальной токовой

защиты [5], дифференциальной [6] и дифференциально-фазной [7] защит на герконах, которые для получения информации не нуждаются в ТА. Одни из этих защит не уступают традиционным в быстродействии, чувствительности и селективности, другие превосходят по быстродействию, а некоторые уступают по чувствительности. Но одно из главных свойств – аппаратная надежность – еще не рассматривалась. Между тем, надежность и пути её повышения могут определить целесообразность дальнейшего развития УРЗ на герконах. В данной работе сделана попытка решить эту проблему.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Показатели надежности устройств релейной защиты. Согласно методикам [8–10], определение суммарных показателей надежности защиты сводится к определению коэффициента неготовности срабатывания (характеризующего отказы срабатывания) $q_{\Sigma OC}$ и коэффициента неготовности несрабатывания (характеризующего ложные срабатывания) $q_{\Sigma LC}$. Для определения коэффициентов неготовности (КН) группы элементов, из которых состоит защита, используем известную методику [8], основанную на применении теорем сложения и умножения вероятностей. Все далее используемые в расчетах формулы получены на основе этой методики и анализа возможных повреждений элементов защит и электроустановок.

Определение коэффициентов неготовности защит на герконах.

1) Дифференциальная защита (ДЗ) преобразовательной установки (ПУ) содержит [6] (рисунок 1, а) трансформатор 1 с регулятором 2 напряжения; преобразователь 3 с нагрузкой 4; герконы 5–8 с управляющими обмотками и герконы 9–11 без обмоток; блок 12 измерения тока (мост Уитстона с магниторезистором) в токопроводе 13, закрепленный в его магнитном поле; блоки 14–16 отстройки от броска тока намагничивания трансформатора 1; регулируемый резистор 17; блок 18 сигнализации; блок 19 регулирования тока срабатывания защиты; элементы 20 ИЛИ и 21 И; выходной орган 22.

Используя данные [9] по потокам отказов элементов РЗ и методику [8], в качестве примера определим КН блока 14, состоящего из элементов ВРЕМЯ 23–25, НЕ 26, ПАМЯТЬ 27, И 28 (временной интервал t принимаем, как и далее, равным 1 году):

$$q_{14} = q_{24} + q_{26} + q_{27} + q_{28} = (5 + 1 + 1 + 1) \cdot 10^{-4}. \quad (1)$$

Аналогичным образом определены КН групп элементов защиты ПУ при междуфазных коротких замыканиях (КЗ) на выводах трансформатора

и при повреждениях в преобразователе ПУ ($q_{к,3} = q_{к,2} = q_{к,п} = 9 \cdot 10^{-4}$, КН выходного органа $q_{ВО} = 8 \cdot 10^{-4}$) и суммарный КН срабатывания защиты ПУ:

$$q_{\Sigma О.С.} = 2 \cdot q_{О.С.,3} + 6 \cdot q_{О.С.,2} + 6 \cdot q_{О.С.,п}, \quad (2)$$

где $q_{О.С.,3} = q_{к,3} + q_{ВО}$; $q_{О.С.,2} = q_{к,2} + q_{ВО}$; $q_{О.С.,п} = q_{к,п} + q_{ВО}$ (3)

– коэффициенты неготовности защиты при указанных выше повреждениях.

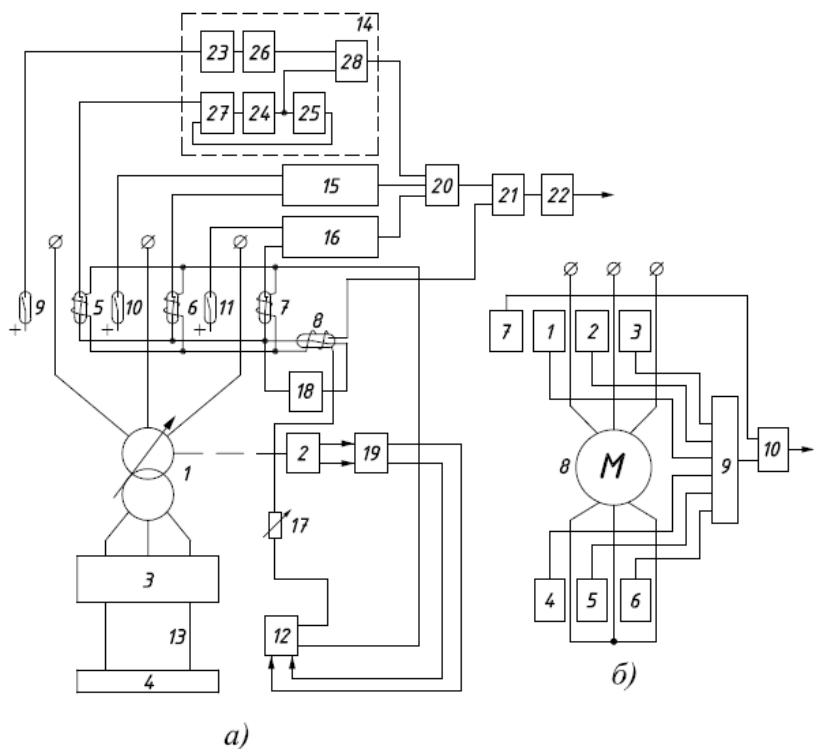


Рисунок 1 – Устройства дифференциальной защиты ПУ (а) и ДФЗ электродвигателя (б) на герконах

В (2) множители 2 и 6 у первого и второго слагаемых учитывают возможные отказы защиты в срабатывании при междуфазных КЗ на выводах высшего и низшего напряжения трансформатора ПУ. Множитель 6 у третьего

слагаемого учитывает возможные отказы защиты в срабатывании при повреждении любого из диодов преобразователя. КН несрабатывания защиты

$$q_{\Sigma Л.С.} = q_{к,Л} = 8,7 \cdot 10^{-3}, \quad (4)$$

где $q_{к,Л}$ – КН группы элементов защиты, повреждения которых могут привести к её ложным срабатываниям.

2) **Дифференциально-фазная защита (ДФЗ) электродвигателя (ЭД)** содержит [7] (рисунок 1, б): блоки 1–7 с герконами, закрепленные вблизи фаз ЭД 8 со стороны ввода и нулевых выводов; блок 9 логики; выходной орган 10. КН групп элементов ДФЗ, определенные по методике [8] при трехфазных КЗ во время пуска, при междуфазных КЗ, а также при витковых замыканиях и обрывах фазы, равны: $q_{к,ПУСК} = 7 \cdot 10^{-4}$, $q_{к,М-КЗ} = 5 \cdot 10^{-4}$ и $q_{к,ВЗиО} = 13 \cdot 10^{-3}$. Суммарный КН срабатывания схемы ДФЗ определяется по (2) и (3), если слагаемые $q_{к,3}$, $q_{к,2}$ и $q_{к,п}$ заменить на $q_{к,ПУСК}$, $q_{к,М-КЗ}$ и $q_{к,ВЗиО}$, соответственно, а индексы «о.с.,3», «о.с.,2» и «о.с.,п» – на «о.с.,ПУСК», «о.с.,М-КЗ» и «о.с.,ВЗиО». При этом в (2) $q_{О.С.,3}$, $q_{О.С.,2}$ и $q_{О.С.,п}$ заменяются на $q_{О.С.,ПУСК}$, $q_{О.С.,М-КЗ}$ и $q_{О.С.,ВЗиО}$, а коэффициенты при них равны 1 для первого и третьего слагаемых, и 3 для второго слагаемого. КН выходного органа равен аналогичному показателю защиты ПУ. Коэффициент неготовности несрабатывания ДФЗ найден по (4), но при $q_{к,Л} = 27 \cdot 10^{-3}$ (где $q_{к,Л}$ – КН группы элементов защиты).

3) **Максимальная токовая защита (МТЗ) на герконах [5]** может быть использована для защиты различных элементов электрических систем от междуфазных КЗ. В защитах трансформатора (ТР) и электродвигателя (ЭД) имеются три блока для фаз А, В и С, элемент ИЛИ и выходной орган. В каждом блоке по два геркона (один с управляющей обмоткой), два резистора и конденсатора. КН групп элементов МТЗ при трехфазных и двухфазных КЗ на выводах ТР и ЭД найдены по той же методике – $q_{к,3} = q_{к,2} = 3 \cdot 10^{-4}$. Суммарный КН срабатывания схемы МТЗ трансформатора определен по формулам (2) и (3), но (2) без третьего слагаемого, а (3) – без третьего выражения для $q_{О.С.,п}$. Также и для МТЗ электродвигателя при условии замены множителей у первого и второго слагаемых в (2) на 1 и 3, соответственно. КН выходной цепи защит ТР и ЭД равен аналогичному показателю защиты преобразовательной установки. КН несрабатывания МТЗ определяется по (4), но при $q_{к,Л} = 26 \cdot 10^{-4}$.

Из (2)–(4) получаем значения КН срабатывания и несрабатывания ДЗ преобразовательной установки, ДФЗ электродвигателя, МТЗ трансформатора

и МТЗ электродвигателя на герконах, равные $q_{\Sigma O.C.} = 23,8 \cdot 10^{-3}$ и $q_{\Sigma Л.С.} = 8,7 \cdot 10^{-3}$, $q_{\Sigma O.C.} = 45,9 \cdot 10^{-3}$ и $q_{\Sigma Л.С.} = 27 \cdot 10^{-3}$, $q_{\Sigma O.C.} = 9 \cdot 10^{-3}$ и $q_{\Sigma Л.С.} = 2,6 \cdot 10^{-3}$, $q_{\Sigma O.C.} = 4,4 \cdot 10^{-3}$ и $q_{\Sigma Л.С.} = 2,6 \cdot 10^{-3}$, соответственно. Надежными считаются [11, 12] защиты, КН которых не превышают $q = (7 \div 10) \cdot 10^{-3}$ (у лучших $q_{\Sigma O.C.} = 1,4 \cdot 10^{-3}$ и $q_{\Sigma Л.С.} = 5,9 \cdot 10^{-3}$). Как видно, КН защит на герконах в ряде случаев не соответствуют этому требованию. Для повышения их надежности может быть использован известный [8, 9] мажоритарный принцип построения с тремя комплектами РЗ, позволяющий улучшить как надежность срабатывания, так и несрабатывания. Определим эффект в снижении величин КН защит на герконах за счет такого резервирования. КН к срабатыванию схем защит ПУ, ЭД и ТР при резервировании определяются на основе формулы (2) (с учетом описанных выше замен и ввода множителей), при этом каждая из составляющих $q_{O.C.i}$ для мажоритарной схемы

$$q_{O.C.i} = 3 \cdot (q_{k,i} + q_{BO})^2 - 2 \cdot (q_{k,i} + q_{BO})^3. \quad (5)$$

Таблица 1 – Значения коэффициентов неготовности $q_{\Sigma O.C.}$ и $q_{\Sigma Л.С.}$ для однокомплектных и мажоритарных схем защит ПУ, ЭД и ТР

Защита		Однокомплектная схема	Мажоритарная схема
		Коэффициенты неготовности, $\times 10^{-3}$	
Дифференциальная защита преобразовательной установки	$q_{\Sigma O.C.}$	23,8	0,12
	$q_{\Sigma Л.С.}$	8,7	0,23
Дифференциально-фазная защита электродвигателя	$q_{\Sigma O.C.}$	45,9	1,65
	$q_{\Sigma Л.С.}$	27	2,2
Максимальная токовая защита трансформатора	$q_{\Sigma O.C.}$	8,9	0,03
	$q_{\Sigma Л.С.}$	2,6	0,02
Максимальная токовая защита электродвигателя	$q_{\Sigma O.C.}$	4,4	0,03
	$q_{\Sigma Л.С.}$	2,6	0,02

КН несрабатывания определяются так

$$q_{\Sigma Л.С.} = 3 \cdot q_{к.Л.}^2 \quad (6)$$

Результаты расчетов КН мажоритарных схем защит на герконах по формулам (2) и (5)–(6) приведены в таблице 1.

ВЫВОДЫ

1 Расчеты по формулам, полученным на основе известной методики [8] и анализа возможных повреждений элементов защит и электроустановок, показали, что коэффициенты неготовности (КН) защит на герконах для ряда электроустановок превышают допустимые.

2 Предлагаемое использование мажорирования позволит снизить КН срабатывания и несрабатывания в десятки раз (см. таблицу 1) и обеспечить защитами на герконах выполнение современных требований по надежности и в некоторых случаях даже превосходство над лучшими традиционными защитами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 **Дьяков, А. Ф.** Электроэнергетика мира в начале XXI столетия (по материалам 39-й сессии СИГРЭ, Париж) / Дьяков А. Ф. и др. // Энергетика за рубежом. – 2004. – № 4–5.
- 2 **Клецель, М. Я.** Основы построения релейной защиты на герконах // Современные направления развития систем релейной защиты : Материалы 4-й Международной конференции СИГРЭ. – Екатеринбург, 2013. – 3–7 июня.
- 3 **Клецель, М. Я., Мусин, В. В.** О построении на герконах защит без трансформаторов тока // Электротехника. – М., 1987. – № 4. – С. 11–13.
- 4 **Клецель, М. Я.** Принципы построения и модели дифференциальных защит на герконах // Электротехника. – М., 1991. – № 10. – С. 47–50.
- 5 Патент на изобретение № 2624907 РФ. Устройство для максимальной токовой защиты электроустановки на герконах // Клецель М. Я., Барукин А. С., Машрапов Б. Е. Опубл. БИ. 2017. – № 19.
- 6 Патент на изобретение № 29769 РК. Устройство для дифференциальной защиты преобразовательной установки // Клецель М. Я., Барукин А. С., Кислов А. П. Опубл. БИ. 2015. № 4.
- 7 Патент на изобретение № 29880 РК. Устройство для защиты электродвигателя и питающего его кабеля // Калтаев А. Г., Клецель М. Я., Машрапов Б. Е. Опубл. БИ. 2015. № 5.

8 **Федосеев, А. М.** Релейная защита электроэнергетических систем. – М. : Энергоатомиздат, 1984. – 520 с.

9 **Шалин, А. И.** Надежность и диагностика релейной защиты энергосистем. – Новосибирск : Изд-во НГТУ. – 2003. – 384 с.

10 **Гук, Ю. Б.** Теория надежности. Введение / Ю. Б. Гук, В. В. Карпов, А. А. Лapidус. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2009. – 171 с.

11 **Кузьмичев, В. А.** и др. Ретроспективный анализ работы устройств РЗА в ЕНЭС // Новое в российской электроэнергетике. – 2014. – № 7. – С. 5–10.

12 **Фигурнов, Е. П.** Релейная защита : Учебник для вузов ж.-д. трансп. – М. : Желдориздат, 2002. – 720 с.

Материал поступил в редакцию 01.06.18.

М. Я. Клецель¹, А. С. Барукин², А. Г. Калтаев³

Геркондағы релелік қорғауны сенімділіктің бағалау

^{1,2,3}С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.

Материал 01.06.18 баспаға түсті.

M. Kletsel¹, A. Barukin², A. Kaltaev³

Reliability assessment of relay protection on reed switches

^{1,2,3}S. Toraihyrov Pavlodar State University,
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.

Material received on 01.06.18.

Релелік қорғаныс құрылғыларын ток трансформаторларыңыз құру мәселесі өзекті болып табылады. Бұл мәселені геркондар арқылы шешу жолы ұсынылады. Бұл қорғаныстардың дәстүрлілермен салыстырғандағы артықшылықтары мен кемшіліктері де айтылады. Геркондар арқылы қорғаудағы шешілмейтін мәселелердің бірі олардың сенімділік сапасын бағалау болып табылады. Бағалау үшін логикалық-мүмкін болатын әдісін қолдану ұсынылады, мұнда дайынсыздық коэффициентінің көлемі анықталады. Осы коэффициенттерді анықтауға арналған формулары да шығарылады. Құрылысын жасаған кезде қорғаныс блоктарын да, сонымен бірге шығарылатын органдарын да міндетті түрде сақтауда мажоритарлық принципін қолдану ұсынылады. Мажорлау принципі геркондағы қорғаныс дайынсыздығының коэффициенттерін айтарлықтай төмендетуге мүмкіндік беретіні, осылайша олардың сенімділігін арттырылатыны,

кейбір жағдайда үздік дәстүрлі қорғаныстан қарағанда басым екені көрсетіледі.

It is stated that the problem of constructing relay protection devices without current transformers is topical. Its solution is proposed with the help of reed switches. Mentioned are the advantages and disadvantages of these protections in comparison with traditional ones. It is noted that one of the key unresolved issues for protections on reed switches is the assessment of their reliability. For evaluation, it is proposed to use the logical-probabilistic method, in which the values of the unavailability coefficients are determined. The formulas for determining these coefficients are derived. It is proposed to apply the majority principle of construction with the obligatory reservation of not only the protection blocks, but also its output bodies. It is shown that majorization will make it possible to achieve a significant reduction in the coefficients of unavailability of protections on reed switches and, thus, to increase their reliability, surpassing in some cases the best traditional protections.

А. Ж. Кожиков

магистрант, Энергетический факультет, Казахский Агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, 010000, Республика Казахстан
e-mail: kozhikov_aidar.95kz@bk.ru

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМА НАПРЯЖЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ 220 КВ АКТЮБИНСКОГО ЭНЕРГОУЗЛА

В статье рассматривается состояние потерь электроэнергии в сетях 220 кВ Актюбиского энергоузла. В связи с ростом нагрузки ежегодно повышаются потери электроэнергии в сетях при ее транспортировке, произведен расчет режима напряжения в программе RASTRWIN который выявил потери на ЛЭП. Становится все более очевидным, что важной задачей является расчет технологических потерь электроэнергии. Цель расчетов состоит в анализе структуры потерь, выявлении их очагов и в выборе экономически обоснованных мероприятий по их снижению. По мнению международных экспертов, относительные потери электроэнергии при ее передаче в электрических сетях можно считать удовлетворительными, если они не превышают 4–5 %. Существует ряд негативных тенденций, отрицательно влияющих на уровень потерь в сетях, таких как: устаревшее оборудование, физический и моральный износ средств учета электроэнергии, несоответствие установленного оборудования передаваемой мощности.

Ключевые слова: потери, ЛЭП, RASTRWIN, энергоузел, МЭС, мощность, электростанция, нагрузка.

ВВЕДЕНИЕ

Рациональное использование энергетических ресурсов является одной из наиболее актуальных проблем в нашей стране. В области электроэнергетики она сводится большей частью к снижению технологического расхода электроэнергии на ее транспорт.

Электрическая энергия является единственным видом продукции, для перемещения которого от мест производства до мест потребления не требуется других ресурсов. Для этого расходуется часть самой передаваемой

электроэнергии, поэтому ее потери неизбежны. Становится все более очевидным, что важной задачей является расчет потерь электроэнергии. Цель расчетов состоит в анализе структуры потерь, выявлении их очагов и в выборе экономически обоснованных мероприятий по их снижению.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

«Актюбинские МЭС» (Актобе) расположены в Актюбинской и Западно-Казахстанской областях и связаны межсистемными ЛЭП по ВЛ 500 кВ Л-5740 «Житикара-Ульке» с ЕЭС Казахстана. Уральский энергоузел связан с электрическими сетями филиала «Западные МЭС». Связь между Актюбинским и Уральским энергоузлом отсутствует.

На данный момент источниками электроэнергии являются:

- электростанции Российской Федерации
- частично электростанции местного значения, такие как Ульке, Кимперсай, Акжар-2, Чилисай, Уральская ТЭЦ, Актюбинская ТЭЦ, Актурбо, Жанажолская ГТЭС и ТЭЦ Алгинского химического завода [1].

Перечень подстанций и линий электропередач напряжением 220 кВ в составе Актюбинских МЭС приведен в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Перечень и протяженность линий электропередачи напряжением 500–220 кВ в составе Актюбинских МЭС

Наименование	Протяженность, км
Ульке-Актюбинск	40,84
Ульке-Чилисай	141,3
Актюбинск – АТЭЦ	3
Ульке-Акжар 2	26,4
Актюбинская-Акжар 2	13,26
Акжар2-Кимперсай	75,54

Таблица 2 – Перечень подстанций 220/110 кВ в составе Актюбинских МЭС

Наименование подстанции	Количество и мощность трансформаторов, МВ·А
ПС 500/220/35 кВ Ульке	3 × АТ – 167
ПС 220/110/10 кВ Актюбинская	2 × Т – 200
ПС 220/110/35/6 кВ Кимперсай	2 × Т – 63
ПС 220/110/10 кВ Акжар 2	2 × Т – 200
ПС 220/110/35 кВ Чилисай	2 × Т – 63

В Актюбинские МЭС входят воздушные линии электропередачи 10–500 кВ общей протяженностью 967,39 км (по цепям), а также 7 подстанций напряжением 220–500 кВ, суммарной мощностью 2425,5 МВА.

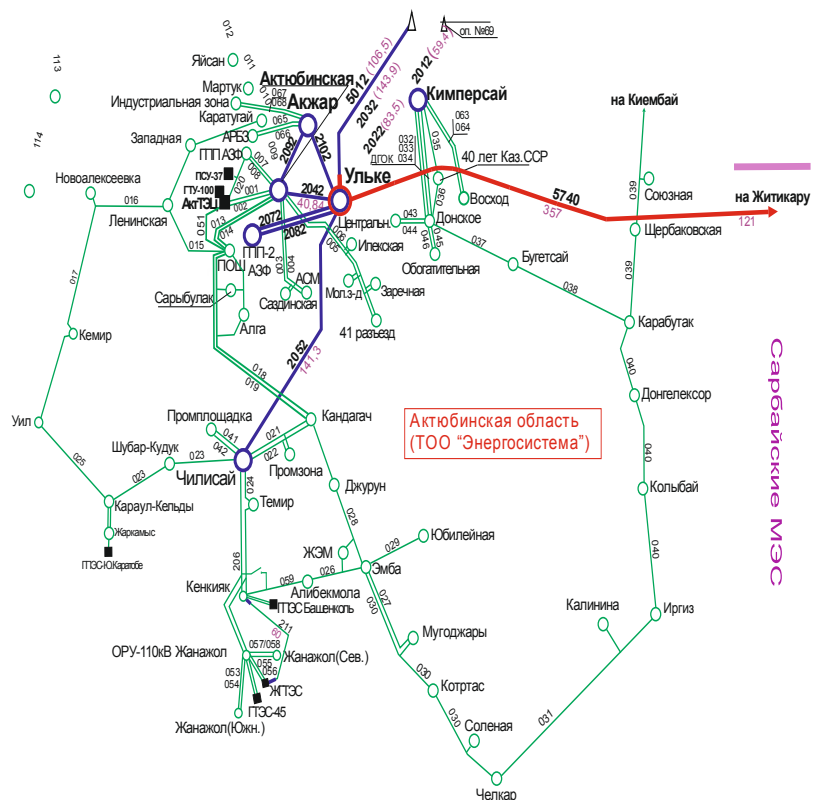


Рисунок 1 – Электрические сети Актюбинского энергоузла 500–110 кВ
 ЛЭП 500кВ- [orange square]
 ЛЭП 220кВ- [blue square]
 ЛЭП 110кВ- [green square]

В настоящее время работа энергоузла Актюбинской области осложняется недостатком собственных генерирующих мощностей в области при достаточных топливных ресурсах, прежде всего попутного газа, сжигаемого в факелах [2].

В структуре электропотребления преобладающей является промышленность, которая в Актюбинской области представлена

основными наиболее крупными предприятиями АЗФ (Актюбинский завод ферросплавов), АРБЗ(Актюбинский рельсо-баллочный завод), (ГПЭС Ю. Каратобе), ТОО ГТЭС-45 (АО СНПС «Актобемунайгаз»).

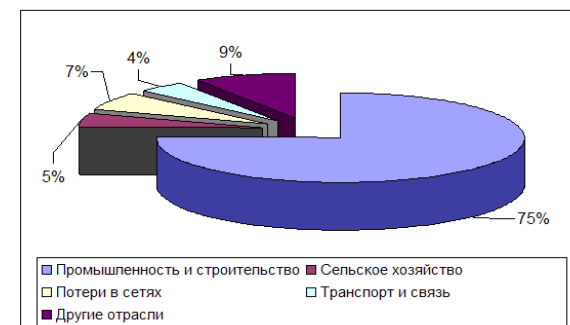


Рисунок 2 – Структура электропотребления по видам деятельности в Актюбинской области (проценты даны с округлением до целого числа)

На рисунке 1.2 приведена структура потребления электроэнергии Актюбинской области за 2017 год, на рисунке видно что 7 % составляют потери в сетях. Ниже привожу баланс мощностей по Актюбинской области.

Таблица 3

№	Наименование	Отчет				Прогноз			
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1.	Максимальная электрическая нагрузка	618	680	750	750	740	730	760	780
Существующие станции									
2	Установленная мощность электростанций	386	386	386	386	386	386	386	386
	АО «Актобе ТЭЦ»	88	88	88	88	88	88	88	88
	ГПЭС Ю.Каратобе	6	6	6	6	6	6	6	6
	ЭС Актюбинского завода ферросплавов	135	135	135	135	135	135	135	135
	ТОО ГТЭС-45 (АО СНПС «АктобемунайГаз»)	34	34	34	34	34	34	34	34
	ТОО ГТЭС-56 (Актобемунайфинанс)	120	120	120	120	120	120	120	120
	Башенколь ТОО «АНВ-Энерджи»	3	3	3	3	3	3	3	3

3	Располагаемая мощность электростанций	382	382	382	382	382	382	382	382
	АО «Актобе ТЭЦ»	88	88	88	88	88	88	88	88
	ГПЭС Ю.Каратобе	5	5	5	5	5	5	5	5
	ЭС Актюбинского завода ферросплавов	142	142	142	142	142	142	142	142
	ТОО ГТЭС-45 (АО СНПС «АктобеМунайГаз»	32	32	32	32	32	32	32	32
	ТОО ГТЭС-56 (Актобемунайфинанс)	113	109	109	109	109	109	109	109
	Башенколь ТОО «АНВ-Энерджи»	2	2	2	2	2	2	2	2
4.	Неиспользуемая мощность	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Дефицит (+),избыток(-)	236	302	372	372	362	352	382	402

В таблице 4 приведены спрос и предложение на электроэнергию по Актюбинской области за 2017 г.

Таблица 4 – Баланс производства и потребления электроэнергии в Актюбинской области за 2017 г

Наименование	Электричество, млн. кВт·ч
Потребность в электроэнергии	3161,5
Производство электроэнергии всего В %	1707,2 54%
Актыбинской ТЭЦ	523,7
ПСУ-37 ЭС АЗФ	156,4
ГТУ ЭС АЗФ	716,3
Выработка ЖГТЭС-48, ГТЭС-56	310,8
Дефицит В %	1454,3 46%

Покрывание дефицита электроэнергии и мощности в области осуществлялось за счет получения её от РАО ЕЭС России по двум ВЛ 220 кВ: Орск – Кимперсай, Орск – Актыбинск, и по ВЛ 220 кВ Новотроицк – Ульке.

В программе RASTR мной была выявлена существенная проблема потерь которые возникают при существующих нагрузках. Расчет производится для

существующих на данный момент нагрузок, с параметрами существующей линии. Данные для расчета режима приведены на рисунках 1.3–1.5

№	Тип	Название	U_ном	N_н	Р_н	Q_н	P_г	Q_г	V_зд	Q_min	Q_max	V_ш	V	Delta
1	База	жетикара 500	500	1			186,3	-289,0	520,0	-1000,0	1000,0		520,00	0,00
2	Ген	ульке 500	500	1				-108,7	525,0	-360,0	0,1	240,0	525,00	-6,00
3	Нагр	ульке ср точка	500	1					900,0				521,81	-7,50
4	Нагр	ульке 35	35	1	25,0	8,0			35,0				34,66	-7,50
5	Нагр	ульке 220	220	1					220,0				227,71	-10,05
6	Нагр	актыбинская 220	220	1					220,0				226,29	-10,92
7	Нагр	актобе ср точка	220	1					220,0				226,62	-12,28
8	Нагр	актобе 10	10	1	10,0	6,0			10,0				10,30	-12,28
9	Нагр	актобе 110	110	1	80,0	28,0			110,0				114,44	-14,09
10	Ген	актобе ТЭЦ	115	1			50,0	38,7	115,0	15,0	42,0		115,00	-13,86
11	Нагр	аккар2, 220	220	1					220,0				225,98	-10,94
12	Нагр	аккар2, 110	110	1	10,0	6,0			110,0				105,82	-23,54
13	Нагр	аккар2 ср точка	220	1					220,0				217,89	-15,93
14	Нагр	аккар2, 110	110	1	80,0	28,0			110,0				105,82	-23,54
15	Нагр	киперсай 220	220	1					220,0				222,35	-12,21
16	Нагр	киперсай 110	110	1	30,0	13,0			110,0				106,47	-16,95
17	Нагр	киперсай 35	35	1	8,0	3,4			35,0				33,34	-18,97
18	Нагр	киперсай ср точка	220	1					220,0				213,15	-16,97
19	Нагр	чилсай 220	220	1					220,0				221,34	-12,49
20	Нагр	чилсай 110	110	1	32,0	13,0			110,0				105,97	-17,27
21	Нагр	чилсай 35	35	1	6,0	3,4			35,0				33,20	-18,80
22	Нагр	чилсай ср точка	220	1					220,0				212,16	-17,29

Рисунок 3 – Сведения об узлах

На рисунке 1.3 представлено 22 узла из них 3 узла под напряжением 500 кВ, 9 узлов под напряжением 220, 3 узла под напряжением 110, 1 узел под напряжением 115, 3 узла под напряжением 35 кВ, 2 узла под напряжением 10 кВ. За базу принят узел «Жетикара». Узел «Ульке» представлен как генерация активной и реактивной мощности, также в данном регионе помимо ПС «Ульке» за генерацию берется «Актобе-ТЭЦ»

№	Тип	Название	R	X	G	B	Кт/л	N_нач	N_кон	Na	I_max	
1	ЛЭП	жетикара 500 - ульке 500	16,55	150,70	-1,932,1					-295	286	456
2	Тр-р	ульке 500 - ульке ср точка	0,28	39,08		1,000				-289	-91	333
3	Тр-р	ульке ср точка - ульке 35	0,28	0,10		0,067				-130	-50	155
4	Тр-р	ульке ср точка - ульке 220	1,12	75,60		0,440				-159	-28	180
5	ЛЭП	ульке 220 - актыбинская...	4,94	17,77	-106,2					-46	-2	118
6	Тр-р	актыбинская 220 - акто...	0,30	30,40		1,000				-40	5	104
7	Тр-р	актобе ср точка - актоб...	0,30	0,10		0,045				-10	-6	30
8	Тр-р	актобе ср точка - актоб...	0,60	54,20		0,500				-30	12	83
9	ЛЭП	актыбинская 220 - аока...	1,30	5,69	-35,0					-5	-11	37
10	Тр-р	аккар2, 220 - аккар2 ср...	1,40	104,00		1,000				-41	-18	116
11	Тр-р	аккар2 ср точка - аккар...	1,40	0,10		0,045				-10	-6	31
12	Тр-р	аккар2 ср точка - аккар...	2,80	195,60		0,500				-31	-8	86
13	ЛЭП	аккар2, 220 - кимперсай...	7,40	32,41	-199,4					-38	-12	113
14	Тр-р	киперсай 220 - кимперс...	1,40	104,00		1,000				-38	-21	113
15	Тр-р	киперсай ср точка - ки...	1,40	0,10		0,500				-30	-13	89
16	Тр-р	киперсай ср точка - ки...	2,80	195,60		0,159				-8	-4	24
17	ЛЭП	ульке 220 - чилсай 220	17,10	61,47	-367,4					-39	-4	114
18	Тр-р	чилсай 220 - чилсай ср...	1,40	104,00		1,000				-38	-21	114
19	Тр-р	чилсай ср точка - чилс...	1,40	0,10		0,500				-32	-13	95
20	Тр-р	чилсай ср точка - чилс...	2,80	195,60		0,159				-6	-4	19
21	ЛЭП	актобе 110 - актобе ТЭЦ	0,29	1,29	-7,9					50	41	327

Рисунок 4 – Сведения о ветвях

На рисунке 1.4 представлена 21 ветвь из них 6 ЛЭП и 15 трансформаторных ветвей.

Узлы ж										
Ветви ж										
Напряжения ж										
Районы+Потери ж										
N...	Район	Dr	dP_нагр	dP_ЛЭП	dP_Тр	dP_пост	Ш_ЛЭП	Ш_Тр	dP_Ш	
U_ном			dP_нагр	dP_ЛЭП	dP_Тр	dP_пост	Корона	XX_тр-р		
1	1	5,33	5,33	4,86	0,47	0,00	0,00			

Рисунок 5 – Сведения о потерях

На рисунке 1.5 видно что потери составляют 5.33 МВт это 1.81 % от полной передаваемой мощности. Из 5.33 МВт потери на ЛЭП составляют 4.8 МВт и потери на трансформаторах составляют 0.47 МВт

В результате расчета режима напряжения в сетях 220 кВ Актюбинского энергоузла были выявлены потери.

ВЫВОДЫ

В статье был проанализирован Актюбинский энергоузел, более подробно представлены электрические сети рассматриваемого региона, был предоставлен баланс мощности с прогнозируемыми нагрузками на ближайшие 2-3 года. С помощью программы RASTRWIN был произведен расчет режима напряжения с существующими нагрузками и параметрами сети, который выявил потери на ЛЭП.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 **Идельчик, В.И.** Электрические системы и сети. Учебник для вузов. – М. : Энергоатомиздат, 1989.
- 2 Потери электроэнергии в электрических сетях энергосистем. Под ред. В. Н. Казанцева. – М. : Энергоатомиздат, 1983.
- 3 -<http://www.kegoc.kz/ru/o-kompanii/nacionalnaya-energositema/filialy-mes/aktyubinskiy>
- 4 -http://kazakhstan.newscity.info/docs/sistemy/dok_oeyipo/page3.

Материал поступил в редакцию 01.06.18.

А. Ж. Кожиков

Ақтөбе электр торабындағы 220 кВ ауа желілеріндегі кернеу режимін оңтайландыру

Энергетика факультеті,

С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті,
Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы.
Материал 01.06.18 баспаға түсті.

A. Zh. Kozhikov

Optimization of voltage mode of 220 kV overhead lines of Aktobe power plant

Energy Faculty,

S. Seifullin Kazakh AgroTechnical University,
Astana, 010000, Republic of Kazakhstan.
Material received on 01.06.18.

Бұл мақалада Ақтөбе электр торабындағы 220кВ желілердегі электр шығындары қарастырылған. Электр энергиясы жүктемесінің артуына байланысты жыл сайын желілерде электр шығындары оларды тасымалдауда артып отыр. Кернеу режимін есептеу RASTRWIN бағдарламасында орындалып, электр тораптарындағы шығындарды дәл анықтауға мүмкіндік алынды.

The article deals with the state of power losses in 220 kV networks of Aktobe power plant. Due to the increase in the load annually increases the loss of electricity in the networks during its transportation, the calculation of the voltage mode in the program RASTRWIN which revealed losses on power lines.

Т. Куничанская¹, С. Масакбаева²

¹магистрант, Факультет химических технологий и естествознания, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

²к.х.н., доцент. Факультет химических технологий и естествознания, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан
e-mail: ¹tktango85@mail.ru

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОЦЕССА ПРОКАЛКИ, ВЛИЯЮЩИЕ НА КАЧЕСТВО ПРОКАЛЕННОГО КОКСА

Нефтяной кокс является основным компонентом анодов в процессе электролиза алюминия благодаря своей доступности в больших объемах, химической чистоте и способности приобретать электропроводность при термообработке. С точки зрения производителей алюминия нефтяной кокс должен иметь следующие характеристики:

- минимальное содержание золы и отсутствие примесей,
- высокая устойчивость к кислороду и CO_2 ,
- низкая пористость и удельное электросопротивление,
- механическая прочность, приемлемая для обработки,
- хорошая микроструктура.

Для придания коксу электродных свойств его подвергают прокаливанию (кальцинации) в прокалочных печах, после чего он приобретает высоко организованную кристаллическую молекулярную структуру и исключительно высокие термостойкие свойства, достаточные для работы в химически агрессивной среде и при температуре 950–1000 °С.

Качество прокалённого кокса определяется характеристиками сырого кокса, поступающего в печь прокалки, и при эффективном ведении режима прокалки.

Ключевые слова: прокаленный кокс, параметры процесса, качество кокса

ВВЕДЕНИЕ

Крупнейшим потребителем нефтяного кокса является алюминиевая промышленность, где он используется как основной компонент анодов в процессе электролиза алюминия. Благодаря своей доступности в больших объемах, химической чистоте и способности приобретать электропроводность при термообработке нефтяной кокс является наиболее подходящим углеродным наполнителем для производства анодных масс и обожженных анодов.

Нефтяной кокс для производства анодов получают на нефтеперерабатывающих предприятиях путем замедленного коксования нефтяных остатков. Полученный в результате сырой кокс – химически стабильный и инертный материал, содержит 88–95 % углерода, 3–4 % водорода, 1–2 % азота, 0,58–6 % серы и 1–7 % кислорода, а также металлические примеси [1].

Для придания коксу электродных свойств его подвергают прокаливанию (кальцинации) при 1200–1300 °С в прокалочных печах, после чего он приобретает высоко организованную кристаллическую молекулярную структуру и исключительно высокие термостойкие свойства, достаточные для работы в химически агрессивной среде и при температуре 950–1000 °С.

Поэтому необходимо обеспечение эффективного режима прокалки, так как нарушение параметров технологического режима может привести к ухудшению качества продукта, увеличению потерь, преждевременному выходу из эксплуатации дорогостоящего оборудования.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Основными технологическими параметрами, определяющими качество прокаленного кокса, являются:

- величина заполнения барабана;
- коэффициент заполнения печи;
- число оборотов барабана;
- температура прокалки, длина зоны прокалки и ее положения в печи и др.

Так как изменить качественные характеристики сырья не представляется возможным, необходимо регулировать параметры процесса прокалки в зависимости от показателей входного контроля сырого нефтяного кокса.

Процесс прокалки условно можно разделить на три основные фазы:

1 Сушка. Нагревание кокса до температуры 200 °С с целью извлечения влаги.

2 Выделение летучих веществ. При достижении температуры 500 °С происходит выход летучих веществ посредством процесса пиролиза,

который завершается при температуре приблизительно 750–800 °С. Когда температура внутри печи достигает 800 °С содержание летучих веществ снижается приблизительно на 3,5–4%, продолжают выделяться водород, азот, двуокись углерода, оксид углерода (таблица 1).

3 Уплотнение структуры. При температуре от 750 до 950 °С происходит быстрое уплотнение структуры кокса. При увеличении температуры прокаливанию макромолекулы преобразуются в четко выраженные кристаллические структуры. При температуре от 950 до 1300 °С содержание водорода снижается от 0,5 % до приблизительно 0,05 %.

Таблица 1 – Этапы выделения летучих веществ

Температурный диапазон	Испаряющиеся вещества
90-200 °С	вода
ок. 480 °С	водород, пропан, пропилен
ок. 540 °С	этан, этилен
ок. 600 °С	метан
ок. 800 °С	азот, двуокись углерода, оксид углерода

Прокалка осуществляется в основном во вращающихся трубчатых барабанных печах [2]. Вращающаяся печь представляет собой стальную трубу диаметром 3,0–4,0 м и длиной 45–60 м, футерованную внутри огнеупором, наклонена на небольшой угол к горизонту.

После прокаливанию содержание углерода в коксе достигает 98,5–99,5 %, водорода – не более 1 %, кокс превращается из диэлектрика в электропроводный материал, а его истинная плотность увеличивается с 1,4–1,45 до 2,05–2,08 г/см³ [3].

Необходимо заметить, что сырой нефтяной кокс, поступающий на провалку, содержит металлические примеси, которые не удаляются при провалке и полностью переходят в прокаленный кокс.

В результате воздействия температуры 1200–1300 °С завершается процесс провалки и кокс приобретает необходимые свойства.

Так как процесс осуществляется в провалочной печи, эффективность ее работы определяется следующими факторами:

- оптимальной величиной заполнения барабана;
- коэффициента заполнения печи; регулирования числа оборотов барабана;
- поддержанию заданной температуры, оптимальной длины зоны провалки и ее положения в печи путем изменения количества топлива, кислорода воздуха и разрежения в печи и др.

Оптимальная величина заполнения барабана подбирается для того, чтобы кокс при продвижении в зоне провалки подвергался максимальному

облучению от горящего факела и контактировал с раскаленными газами. При этом учитывают следующие параметры печи:

– скорость движения материала в печи, которая зависит от внутреннего радиуса печи, числа оборотов барабана, угла наклона барабана;

– время пребывания материала в печи. Определяется исходя из рабочей длины печи, коэффициента терния (принимают в среднем 1,3), скорости движения материала в печи;

– часовая производительность печи. Определяют исходя из значения диаметра барабана, коэффициента заполнения, скорости движения материала, его насыпного веса.

Как можно заметить, параметры, относящиеся к габаритам и положению печи, являются относительно постоянными, кроме коэффициента заполнения и насыпного веса кокса. Значение насыпного веса кокса при постоянном гранулометрическом составе изменяется незначительно, чего можно добиться путем предварительного дробления сырого кокса. Следовательно, основным параметром оказывается коэффициент заполнения барабана печи.

При заполнении барабана выше оптимального ухудшаются условия теплообмена кокса с топочными газами и часть материала в середине потока не соприкасается ни с футеровкой печи, ни с раскаленными газами, т. е. не нагревается ни излучением, ни конвекцией. В этом случае физико-химические процессы в коксе не успевают закончиться. При заниженном коэффициенте заполнения тепловая энергия топочных газов будет использоваться недостаточно полно. При постоянном расходе тепла увеличение подачи материала в печь приводит к понижению температуры по всей длине печи и к сокращению длины зоны провалки, т. е. к снижению степени провалки кокса. С учетом особенностей продвижения материала и степени заполнения печи время нахождения кокса в печи не должно быть ниже 50–60 мин [4].

Коэффициент заполнения с учетом указанных факторов и диаметра печи может варьироваться от 6 до 15 % (т. е. 0,06–0,15). Чем больше диаметр, тем ниже коэффициент заполнения. При внутреннем диаметре 1,0–1,2 м коэффициент заполнения может достигать 15 %, при диаметре 3,0 м и выше коэффициент заполнения не должен превышать 6–9 % [5].

Температура провалки является одной из основных функций. Оперативный контроль и регулирование температуры материала в зоне провалки крайне важны, так как смещение зон провалки приводит к изменению качества прокаленного кокса. Температура провалки измеряется с помощью радиационного пирометра, визированного на футеровку внутренней стенки печи в конце зоны провалки кокса.

В процессе прокалики регулярно проводят лабораторный контроль таких параметров как истинная (действительная) плотность (ДП) и удельное электрическое сопротивление (УЭС) – основные параметры, по которым оценивается степень термической подготовки кокса, так как определяющим фактором для их значений является температура. Только при температуре 1200–1300 °С действительная плотность кокса достигает необходимой величины (2,05–2,10 г/см³) [6].

Зависимость величины действительной плотности от температуры приведена на рисунке 1.

Действительная плотность и удельное электрическое сопротивление имеют обратнопропорциональную зависимость (рисунок 2).

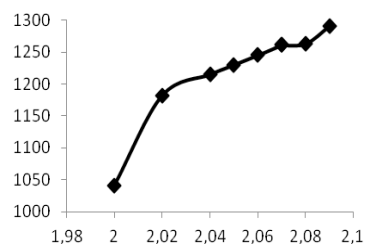


Рисунок 1 – График зависимости действительной плотности от температуры прокалики нефтяного кокса

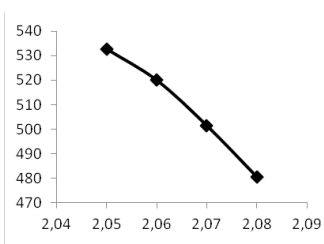


Рисунок 2 – График зависимости действительной плотности от УЭС

Температура в печи прокалики, даже при поддержании постоянных технологических параметров, может изменяться в зависимости от фракционного состава сырого кокса, который склонен меняться. Чем больше мелкой фракции сырого кокса, тем больше влаги, которая в свою очередь является балластом, снижает производительность печи прокалики, отрицательно влияет на состояние футеровки I зоны печи, нарушает её сложные газодинамический и тепловой режимы, происходит перегрузка I зоны печи по дымовым газам. К тому же производители алюминия устанавливают определенные ограничения по содержанию мелких частиц в коксе, так как для предотвращения растрескивания частиц анодов, кокс должен обладать высокой стабильностью размера зерна.

Регулировать температуру прокалики в каждой из трех зон в зависимости от качественных характеристик сырого кокса можно путем изменения некоторых параметров работы печи, а именно:

- величина разрежения в печи прокалики;
- количество подаваемого воздуха в печь прокалики;

- количество топлива подаваемого в печь прокалики;
- соотношение количества воздуха и топлива подаваемого в печь прокалики;
- соотношение количества горячего и холодного воздуха подаваемого в печь прокалики;
- место ввода горячего и холодного воздуха подаваемого в печь прокалики.

Величина разрежения в печи прокалики, технологический параметр, отвечающий за сбалансированный отвод дымовых газов (совокупность газов, образовавшихся в процессе теплового воздействия на сырой кокс и топочных газов, поступающих в печь прокалики для организации процесса) из печи прокалики в печь дожига, оказывающий значительный эффект на расположение зоны интенсивного горения материала в печи прокалики и отвод избытка тепла в печь дожига.

Величину разрежения в печи устанавливают в зависимости от фактической загрузки печи. Однако и при постоянной загрузке может потребоваться регулирование этого параметра. Например, если необходимо поднять значение действительной плотности. С изменением разрежения в печи, меняется скорость потока отводимых дымовых газов в печь дожига. Благодаря этому происходит изменение температуры прокалики. С увеличением разрежения температура растёт, с уменьшением падает (рисунок 3). Осуществляют его регулирование путем открытия направляющего аппарата дымососа.

В моменты резкого изменения состава сырого кокса (как например мелкий сырой кокс) разрежением, в совокупности с увеличением подачи воздуха в печь, можно контролировать расположение зоны интенсивного горения материала в печи, увеличивая скорость отводимых дымовых газов, препятствовать нежелательному перемещению зоны интенсивного горения материала в сторону зоны разгрузки и возможного свала в охладитель кокса.

При завышенном разрежении в печи прокалики происходит дисбаланс входящего, образывающегося и исходящего тепла из печи, это негативно отражается на истинной плотности прокалённого кокса. В случае необходимости увеличения ИП разрежение уменьшают, скорость дымовых газов снижается (рисунок 4). Таким образом, можно снизить выход тепла из печи, увеличить значение ИП.

Такие изменения в технологическом режиме выполняются, как правило, в совокупности с увеличением температуры подачи топочных газов в печь.

Влияние на процесс прокалики аэродинамических характеристик представлено в таблице 2.

При появлении существенного рассогласования между действующим значением температуры и заданным оптимальным ее значением изменяется расход топлива на горелочное устройство.

Данные для исследования режимов прокалики были взяты на основании режимного листа работы печи прокалики нефтяного кокса ТОО «УПНК-ПВ» за 2016–2017 г.г. [13]

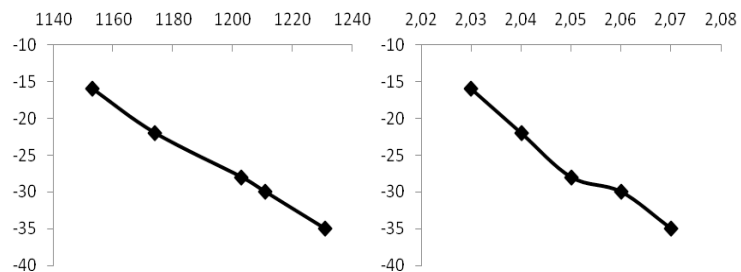


Рисунок 3 – График зависимости температуры от величины разрежения в печи.

Рисунок 4 – График зависимости действительной плотности от величины разрежения в печи.

Таблица 2 – Аэродинамические характеристики процесса прокалики

Параметр	Роль	Эффект
Количество подаваемого воздуха в печь прокалики	передача, съём тепла футеровки печи прокалики, интенсивность горения материала в печи.	расположение зоны интенсивного горения материала в печи прокалики.
Количество топлива, подаваемого в печь прокалики	-передача тепла в футеровку печи и материал; -влияние на интенсивность горения материала.	определяет количество тепла газовой радиации и конвекции тепла в материал.
Соотношение количества воздуха и топлива	-создание топочных газов; -нагнетания горячего воздуха вентилятором непосредственно на форсунку или третичного воздуха.	процесс окисления летучих веществ усиливается.
Место ввода горячего и холодного воздуха	-воздействие на механизм передачи тепла в футеровку и материал,	значительное влияние на интенсивность горения материала.

Температура прокалики кокса на завершающей стадии процесса имеет большое значение для итогового качества продукции, для обеспечения равномерного нагрева слоя сырья, предотвращения слишком быстрого испарения влаги и летучих веществ, приводящего к формированию пористости в структуре кокса.

Требования к качеству прокаленного кокса для производства анодов приведены в таблице 3 [14].

Таблица 3 – Требования к качеству прокаленного кокса

Свойства кокса, регламентируемые в мировой практике	Единицы	Типичные значения
Действительная плотность	кг/дм ³	2,05-2,10
Удельное электросопротивление (УЭС)	мкОм*м	460-540
Реакционная способность в CO ₂ ; потери при 1000 °С	%	3-15
Реакционная способность в воздухе при 525°С	%/мин	0,05-0,3
Содержание золы	%	0,10-0,20
примеси:		
S	%	0,5-3,5
V	ppm	30-350
Ni	ppm	50-220
Si	ppm	50-250
Fe	ppm	50-400
Na	ppm	30-120
Ca	ppm	20-100
P	ppm	1-10

Как видно из таблицы, очень высоки требования к содержанию в коксе металлов. Их количество напрямую зависит от сырья, применяемого при коксовании, качества его подготовки и технологии коксования. Наиболее вредны примеси железа, кремния, ванадия и никеля, оксиды которых составляют основу зольного остатка коксов, так как они полностью переходят в алюминий. Это сказывается на чистоте получаемого металла, приводит к ухудшению его эксплуатационных свойств.

Количество примесей определяет величину зольности кокса.

Уровень содержания серы в прокаленном коксе является очень важным фактором для потребителей по причинам экологии. В электрохимическом

процессе выработки первичного алюминия сера почти полностью преобразуется в двуокись серы. Ее присутствие в коксе крайне нежелательно еще и потому, что в процессе получения алюминия она окисляется и способствует загрязнению товарного алюминия. Выбросы двуокиси серы обычно регламентируются природоохранным законодательством, что побуждает производителей алюминия к использованию низкосернистого прокаленного кокса.

Как правило, содержание серы в коксе всегда больше её содержания в сырье коксования. Уменьшить массовую долю серы можно путем использования малосернистого сырья, либо фракций, подвергнутых гидроочистке, а также применяется смешивание высокосернистых коксов с малосернистыми.

Важной технологической характеристикой является реакционная способность коксов. Наибольшую долю неэлектрохимического расхода углерода при производстве алюминия составляют потери при окислении. При высоких температурах углерод взаимодействует с кислородом и углекислым газом.

Для уменьшения расхода углерода при электролизе желательнее иметь кокс с низкой реакционной способностью. Реакционная способность кокса определяется каталитическими примесями, наиболее важные из которых сера, натрий и ванадий. Натрий является универсальной каталитической примесью, он повышает реактивность кокса в углекислом газе и в воздухе. Ванадий катализирует реакцию окисления воздухом. Кроме этого ванадий, попадая в расплав, уменьшает электропроводность алюминия и снижает коэффициент выхода по току.

ВЫВОДЫ

Для более эффективного протекания процесса прокаливания число регулируемых параметров сводится к минимуму. Загрузку печи и число оборотов барабана стремятся поддерживать постоянными и в качестве регулирующих параметров не использовать. Колебания загрузки вредно отражаются как на качестве прокаленного кокса, так и на стойкости футеровки. Регулирование процесса прокаливания сводится к поддержанию заданной температуры, оптимальной длины зоны прокаливания и ее положения в печи путем изменения количества топлива, кислорода воздуха и разрежения в печи. Однако прокаливание не может улучшить некоторых свойства кокса, например, снизить содержание серы и металлов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 **Твердохлебов, В. П., Храменко, С. А., Бурюкин, Ф. А., Павлов, И. В., Прошкин, С. Е.** Нефтяной кокс для алюминиевой промышленности. Технология и свойства // Journal of Siberian Federal University. Chemistry 4 (2010 3). – С. 369–386.
- 2 Сюняев, З. И. Производство, обогащение и применение нефтяного кокса. – М. : Химия, 1973. – 295 с.
- 3 **Янко, Э. А.** Аноды алюминиевых электролизеров. – М. : Руда и металлы, 2001. – 670 с.
- 4 **Варфоломеев, Д. Ф., Хайрудинов, И. Р., Ахметов, М. М.** и др. О природе серы в нефтяных коксах // Химия твердого топлива. – (1984-4) – С. 128–132.
- 5 **Сюняев, З. И.** Диссертация. – Свердловск : Институт химии УфАН СССР, 1969.
- 6 Технологический регламент ТОО «УПНК-ПВ», 2014 – 38 с.
- 7 **Красюков, А. Ф.** Нефтяной кокс. – М. : Химия, 1966. – 224 с.
- 8 **Борисоглебский, Ю. В., Галевский, Г. В., Кулагин, Н. М.** [и др.]. Металлургия алюминия. – Новосибирск : Наука, 1999. – 438 с.
- 9 **Сюняев, З. И., Ахметов, М. М., Волошин, Н. Д.** и др. Производство прокаленного нефтяного кокса. – М. : ЦНИИТ Энефтехим, 1980. – 53 с. (Тем. обзор).
- 10 ОАО «Газпромнефть-ОМПЗ», материалы рабочей встречи.
- 11 Технология глубокой переработки нефти и газа. / Ахметов С. Х. – 2002. – 673 с.
- 12 «Химия нефти и газа»: Учеб. пособие для ВУЗов / А. И. Богомолов, А. А. Гайле, п/р В. А. Проскурякова. – СПб. : Химия, 1995 .
- 13 Режимный лист ТОО «УПНК-ПВ» за 2016-2017 гг.
- 14 ТУ 38.301–19–75–96 с изм.1–4 «Кокс электродный прокаленный. Технические условия».

Материал поступил в редакцию 01.06.18.

Т. Қуничанская¹, С. Масақбаева²**Күйдірілген кокстың сапасына әсер ететін күйдіру процесінің технологиялық параметрлері**

^{1,2}С. Торайғыров атындағы
Павлодар мемлекеттік университеті,
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.
Материал 01.06.18 баспаға түсті.

Т. Kunichanskaya¹, S. Masakbaeva²**Technological parameters of the calcination process, affecting the quality of roasting charck**

^{1,2}S. Toraihyrov Pavlodar State University,
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.
Material received on 01.06.18.

Мұнай коксы байланысты көп мөлшерде оның болуына электролиз алюминий кезінде анод негізгі компоненті, химиялық тазалығы және термоөңдеу кезінде электркедергі сатып алуға мүмкіндігі болып табылады. Алюминий өндірушілерінің көз қарасы тұрғысынан алғанда мұнай коксы келесі сипаттамаларға ие болуы керек:

- күлдің өте аз мөлшері және қоспалардың жоқтығы,
- оттегіне және CO_2 -ге жоғары тұрақтылық,
- төмен кеуектілік және меншекті электркедергі,
- өңдеуге жарамды механикалық беріктік,
- жақсы микроқұрылым.

Ол химиялық агрессивті ортада және 950–1000 °С температурада жоғары ұйымдасқан кристалдық молекулалық құрылымы енгізіледі және пайдалану үшін жеткілікті өте жоғары ыстыққа төзімділік қасиеттері содан кейін қыздыру пештер, қыздыру жататын кокс электрод қасиеттері үшін кальциленген кокс сапалы тиімді режимін енгізу шикізат, қыздыру пешті енгізу кокс және қыздыру сипаттамалары анықталады.

Кальциленген кокстың сапасы пісіретін пешке кіретін шикізат кокстың сипаттамасымен және пісіру режимін тиімді басқаруымен анықталады.

Petroleum coke is the main component of anodes in the process of aluminum electrolysis due to its availability in large volumes, chemical purity and the ability to acquire electrical conductivity during heat treatment. From the point of view of aluminum producers, petroleum coke should have the following characteristics:

- minimum ash content and absence of impurities,
- high resistance to oxygen and CO_2 ,
- low porosity and electrical resistivity,
- mechanical strength, acceptable for processing,
- good microstructure.

To impart electrode properties to coke, it is subjected to calcination in calcining furnaces, after which it acquires a highly organized crystalline molecular structure and exceptionally high heat-resistant properties sufficient for work in a chemically aggressive medium and at a temperature of 950–1000 °C.

The quality of roasting charck is determined by the characteristics of raw coke entering the baking furnace, and with efficient management of the baking mode.

**Т. М. Мендебаев¹, Р. Б. Муканов²,
Ж. Дуновски³, А. Ж. Касенов⁴**

¹д.т.н., профессор, кафедра «Стандартизация, сертификация и технология машиностроения», Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева, г. Алматы, 050013, Республика Казахстан;

²докторант PhD, кафедра «Стандартизация, сертификация и технология машиностроения», Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева, г. Алматы, 050013, Республика Казахстан;

³д.т.н., профессор, Чешский технический университет, г. Прага, 100 00, Чехия;

⁴к.т.н., ассоц. профессор (доцент), кафедра «Машиностроения и стандартизация», Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан
e-mail: ²ruslangr82@mail.ru

СБОРНАЯ РЕЗЦОВАЯ ГОЛОВКА С ТВЁРДОСПЛАВНЫМИ ПЛАСТИНАМИ РАЗНОЙ ШИРИНЫ

В статье приведен принцип работы, описана конструкция и выполнен инженерный анализ предлагаемого инструмента – сборной резцовой головкой с асимметрично расположенными твёрдосплавными пластинами разной ширины с применением Компас 3D APM FEM. Применение современных программных средств позволит качественно, надежно и конкурентоспособно проектировать и выполнять всесторонний инженерный анализ и на его основе принимать конструктивные решения, что повышает качество проектных решений, сокращения затрат времени на этапе инструментальной технологической подготовки, повысить производительность проектирования и исследовать многовариантность режимов резания и параметров инструмента на смоделированной модели, а также без натурных испытаний определить недостатки конструкции.

Сборная резцовая головка имеет повышенную стойкость, обеспечивает возможность обработки отверстий с плоским дном, повышается производительность, точность, уменьшается отклонение формы и снижается шероховатость обрабатываемой поверхности.

Ключевые слова: обработка, отверстие, точность, качество, САПР, Компас.

ВВЕДЕНИЕ

Повышение качества механической обработки является основной задачей обеспечения заданного уровня поверхностного слоя деталей. Решение этой задачи может быть достигнуто за счет выбора наиболее рациональных методов и способов обработки деталей.

Обработка отверстий занимает в общем объеме механической обработки огромное место, так как большинство деталей и механизмов имеют круглые отверстия, как крепежные, так и посадочные, к которым предъявляются высокие требования по точности размера, формы и расположения является одной из актуальных проблем машиностроения.

Обработка отверстий осуществляется металлорежущими инструментами: свёрлами, зенкерами, развёртками, протяжками, расточными резцами, блоками и расточными головками. В зависимости от требований к точности отверстий применяются соответствующие инструменты. Сверление и зенкерование являются предварительными операциями, остальные – чистовыми операциями [1–3].

Стандартные свёрла, имеющие спиральные или прямые стружечные канавки, а также перовые свёрла, применяемые для сверления отверстий в сплошном материале, имеют ряд недостатков, связанных с конструкцией режущей части и профиля поперечного сечения.

Процесс сверления существующими свёрлами протекает в тяжелых условиях резания: затруднён отвод стружки и подвод смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) из-за значительного трения стружки о поверхность канавок сверла и самого сверла об обработанную поверхность. Задний угол не является величиной постоянной – он возрастает по мере приближения к центру. Очень неблагоприятной является величина переднего угла на поперечной кромке. У стандартных спиральных свёрл передний угол на поперечной кромке составляет значение до минус 57°–60°. Ввиду этого на поперечной кромке, которая воспринимает до 80 % осевой силы, вместо резания имеет место смятие, выдавливание и скобление металла.

Многочисленные способы оформления режущей части и поперечной кромки не в полной мере устраняются силы, действующие на поперечную кромку, передний угол на поперечной кромке уменьшается, но всё-таки остаётся отрицательным. Указанные условия работы поперечной кромки значительно ухудшают условия обработки, качество обработанного отверстия и не дают кардинального решения вопроса повышения качества обработки, производительности, повышения стойкости инструментов.

Большое тепловыделение при сверлении и истирающий эффект приводят к снижению скорости резания и усиленному изнашиванию свёрл.

Улучшение условий резания при сверлении привело к развитию направлений: совершенствование режущей части существующих свёрл; разработке новой, видоизменённой конструкции свёрл, имеющих другую форму поперечного сечения и разработке специальных режущих инструментов, имеющих принципиально новую конструкцию.

Для обработки точных цилиндрических отверстий на станках сверлильной, токарной, расточной групп используют чистовой осевой инструмент – резцовые головки, которые являются одним из инструментов для обработки точных отверстий.

При проектировании новых конструкций металлорежущего инструмента стремятся усовершенствовать их геометрические параметры и конструктивные элементы, а также использовать материалы с повышенными режущими свойствами и новые материалы [4–8].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Резцовая головка представляет собой новый высокопроизводительный металлорежущий инструмент для точения сплошных отверстий, режущая часть которого выполнена в виде резцов, расположение и конструкция которых позволяют заменить сверление торцовым точением с использованием всех преимуществ точения перед сверлением.

Инструмент имеет повышенную жесткость, не имеет поперечной кромки, работа резания распределена равномерно по длине лезвий, уменьшаются удельное давление и температура в зоне резания, что способствует повышению стойкости и улучшению качества обработки за счет выполнения на корпусе выглаживающих элементов, позволяющих уменьшить отклонения от круглости отверстия и шероховатость, а точность обработки значительно выше в силу отсутствия дестабилизирующего влияния поперечной кромки [9].

Анализ конструкции резцовой головки показал, что применение твёрдосплавных пластин с креплением их к корпусу винтами упростило конструкцию и технологию изготовления.

Разработана конструкция сборной резцовой головки с креплением резцов, изготовленных из твердого сплава, к корпусу винтами, что даст возможность замены в результате износа и увеличит ресурс за счёт переточки и увеличит срок эксплуатации инструмента [10].

В сборной резцовой головке твёрдосплавные пластины расположены одна – к центру, другая – к периферии. Из-за этого крутящие моменты на левой и правой частях разной величины, что приводит к вибрации и

неуравновешенности, а, следовательно, снижается качество и точность обработки.

Для уравнивания крутящих моментов разработана сборная резцовая головка с асимметрично расположенными твёрдосплавными пластинами разной ширины, закрепленными винтами на корпусе (рисунок 1), где b_{n1} – ширина наружной твёрдосплавной пластины; b_{n2} – ширина внутренней твёрдосплавной пластины.

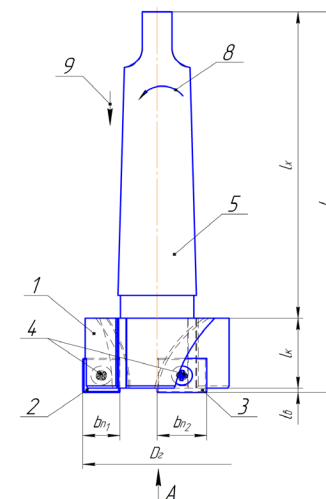


Рисунок 1 – Сборная резцовая головка с твёрдосплавными пластинами разной ширины

Режущая часть выполнена в виде твёрдосплавных пластин разной ширины, что способствует повышению стойкости и качества обработки отверстий при условии равновесия крутящих торцовых моментов за счёт свободного торцового точения в условиях резания, присущих точению, значительно более лёгких, чем при сверлении в условиях неблагоприятной геометрии, скобления и выдавливания поперечной кромкой материала вместо резания, повышенных температур, сил резания и повышенного износа инструмента, а также за счёт удобства и простоты в изготовлении и эксплуатации нового инструмента.

При работе резцовой головки каждый резец снимает слой стружки следующим образом: при двух резцах внутренний резец образует цилиндр отверстия примерно 0,5 диаметра отверстия, в зависимости от принятых соотношений ширины резцов. Внешний резец срезает стружку на кольцевом

участке обрабатываемого отверстия, остающемся после прохода внутреннего реза. Отсутствие поперечной кромки значительно улучшает условия резания и повышает качество обработки. Направляющие элементы на корпусе головки позволяют улучшить качество поверхности отверстия. Большая жесткость инструмента и выглаживание повышают точность и качество поверхности отверстия.

Материал резцовой сборной развёртки: корпуса – Сталь 45 по ГОСТ 4543–2016, а твёрдосплавных пластин – твёрдый сплав Т30К4 по ГОСТ 3882-74.

Эффективность и качество обработки отверстий обеспечивается за счёт свободного торцового точения при условии равновесия крутящих торцовых моментов наружной и внутренней пластинок

$$M_{кр.т.н.} = M_{кр.т.в.} \tag{1}$$

Для единичной удельной силы, приходящейся на единицу длины режущих кромок твёрдосплавных пластин формула (1) принимает вид

$$P_{уд.н.} \times a \times b_n = P_{уд.в.} \times b \times b_v \tag{2}$$

где $P_{уд.н.}$ – единичная удельная сила наружной твёрдосплавной пластины;
 $P_{уд.в.}$ – единичная удельная сила внутренней твёрдосплавной пластины;
 a – расстояние от оси сборной резцовой головки до оси отверстия крепления внутренней твёрдосплавной пластины;
 b – расстояние от оси сборной резцовой головки до оси отверстия крепления наружной твёрдосплавной пластины;
 b_n – ширина наружной твёрдосплавной пластины;
 b_v – ширина внутренней твёрдосплавной пластины;
 D_r – диаметр резцовой головки.

Принимаем единичные удельные силы на наружной $P_{уд.н.}$ и на внутренней $P_{уд.в.}$ твёрдосплавных пластинах одинаковыми по модулю и подставляя

$a = \frac{3}{4} b_n$, $b = \frac{b_v}{2}$ в уравнение (2) получаем

$$\frac{3}{4} b_n \times b_n = \frac{b_v}{2} b_v \tag{3}$$

Тогда

$$b_b = \sqrt{1.5b_n} \tag{4}$$

Следовательно, для уравнивания крутящих торцовых моментов наружной и внутренней пластинок ширина внутренней пластинки должна быть больше наружной на 1.22 раза.

В процессе обработки отверстия сборной резцовой головкой с твёрдосплавными пластинами разной ширины действуют силы, показанные на рисунке 2.

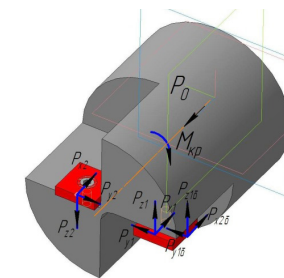


Рисунок 2 – Действующие силы на сборную резцовую головку

Уравнение движения сборной резцовой головки с твёрдосплавными пластинами разной ширины с учётом действующих сил

$$m\ddot{x}_c = -P_{y1} - P_{y16} + P_{y2} - c_v \dot{x}_c$$

$$m\ddot{z}_c = P_{z1} + P_{z16} - P_{z2} - mg$$

C_v – коэффициент пропорциональности

m – масса инструмента

x_c ; z_c – координаты точки С центра режущей части в неподвижной плоскости XOZ

P_x ; P_y ; P_z – осевая, радиальная и тангенциальная силы

P_0 ; $M_{кр}$ – продольная сила и крутящий момент

В настоящее время актуальна проблема сочетания в процессе проектирования двух взаимоисключающих тенденций: экономии материала, с одной стороны, и обеспечения требуемых прочностных характеристик конструкций, с другой стороны. Все это можно обеспечить за счет использования компьютерных технологий. Сегодня невозможно

создать качественное, надежное и конкурентоспособное оборудование без всестороннего инженерного анализа проектируемых объектов с помощью современных программных средств и принятия на его основе грамотных конструктивных решений. Под инженерным анализом понимается, в первую очередь, исследование напряженно-деформированного состояния моделей проектируемых конструкций, получение их динамических характеристик и характеристик устойчивости при постоянных и переменных режимах внешнего нагружения.

Наиболее эффективным приближенным методом решения такого класса задач является метод конечных элементов (МКЭ). МКЭ реализован в таких известных и широко распространенных программных продуктах, обеспечивающих прочностной расчет моделей конструкций, как ANSYS, NASTRAN, COSMOS и некоторых других. Это весьма мощные программные средства, но и столь же недешевые, к тому же имеющие англо-язычный интерфейс. Кроме того, редакторы моделей этих пакетов весьма сложны и требуют длительной подготовки пользователя. Отечественный модуль конечно-элементного анализа АРМ FEM, входящий в состав САД/САЕ Системы АРМ Компас 3D, представляет собой в какой-то степени альтернативу указанным программным продуктам [11–13].

На основании вышеизложенного для всестороннего инженерного анализа выполним прочностной расчёт сборной резцовой головки принимаем Компас 3D АРМ FEM.

Исходные данные для анализа: материал корпуса головки – Сталь 45, твёрдосплавная пластина Т30К4. Диаметр обработки 60 мм, $s = 1.4$ мм/об; $n = 160$ об/мин, $t = 0.5$ мм. Параметры нагрузки на четыре пластины: $P_x = 656$ Н; $P_y = 1144$ Н; $P_z = 1836$ Н; $T = 754$ °С, обрабатываемый материал – Сталь 45. Закрепление выполняем на хвостовике корпуса.

Процесс подготовки к прочностному расчету состоит из нескольких этапов: создание 3D модели; присвоение составным деталям параметров материала; моделирование действующих нагрузок; задание опор (закрепление); определение совпадающих поверхностей деталей. Система автоматически моделирует КЭ сеть и присваивает параметры.

Далее выполняются расчеты: статический, тепловой или усталостный в зависимости от конкретных условий.

Анализ результатов прочностного расчёта показал, что применение сборной резцовой головки с твёрдосплавными пластинами разной ширины даёт меньшие упругие отжатия, чем с одинаковыми, что повышает точность и качество обрабатываемых отверстий деталей машин.

Применение сборной резцовой головки с твёрдосплавными пластинами разной ширины даёт меньшее перемещение по сравнению с одинаковыми

пластинами, а, следовательно, меньше отклонение в продольном и поперечном сечениях в 1,2 раза, т.е. повышается точность и качество обрабатываемых отверстий. Помимо этого, уменьшается нагрузка на твёрдосплавные пластины в 1,2 раза и повышается прочности в 1,1 раза, что увеличивает стойкость инструмента и его ресурс.

Компьютерным моделированием и на основании распределения действующих сил резания на твёрдосплавные пластинки установлено их уравнивание и приводит к равенству моментов, равномерному вращению в процессе обработки, уменьшению колебания и вибраций, а, следовательно, уменьшение погрешности и повышение точности и шероховатости обработки отверстий.

При проектировании установлены конструктивные и геометрические параметры, разработаны рабочие чертежи и изготовлены опытные образцы – сборной резцовой головки с твёрдосплавными пластинами разной ширины.

ВЫВОДЫ

Применение системы Компас 3D АРМ FEM при прочностном расчёте металлорежущих инструментов позволяет повысить производительность проектирования и исследовать его многовариантность.

Сборная резцовая головка с ассиметрично расположенными твёрдосплавными пластинами разной ширины повышает стойкость, эффективность и качество обработки отверстий при условии равновесия крутящих торцовых моментов и условий резания, присущих точению, значительно более лёгких, чем при сверлении в условиях неблагоприятной геометрии, скобления и выдавливания поперечной кромкой материала вместо резания, повышенных температур, сил резания и повышенного износа инструмента.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Sandvik Coromant becomes new ISTMA global partner // Advanced Materials & Processes. – ASM Int. – Aug 2008. – Vol. 166. – Issue 8. – P. 19–19.

2 Sandvik Coromant Becomes Premium Partner of DMG Mori // Manufacturing engineering. Soc manufacturing engineers. – Feb 2017. – Vol. 158. – Issue 2. – P. 25–25.

3 **Zawistowski, J.** Attempt at the assessment of the exploitation of seco tools in polish industry // Mechanik miesiecznik naukowo-techniczny, – 1980. – Vol. 53. – Issue 12. – P. 660–661.

4 **Filippov, A. V., Shamarin, N. N., Podgornykh, O. A., Chazov, P. A.** Cross section of the cut layer in oblique single-edge boring by a radial cutter Russian Engineering Research. – 2017. – Vol. 37. – Issue 4. – P. 367–371.

5 **Dudak, N., Taskarina, A., Kasenov, A., Itybaeva, G., Mussina, Z., Abishev, K., Mukanov, R.** Hole machining based on using an incisive built-up reamer // International Journal of Precision Engineering and Manufacturing. – 2017. – Vol. 18. – Issue 10, – P. 1425–1432.

6 **Dudak, N. S., Itybaeva, G. T., Musina, Z. K., Kasenov, A. Z., Taskarina, A. Z.** A new pass-through lathe cutter Russian Engineering Research. 2014. – Vol. 34. – Issue 11. – P. 705–707.

7 **Borovskii, V. G. Neginskii, E. A., Ott, O. S., Maslov, A. R.** Drilling of Hard Rock by Means of Polycrystalline Diamond Inserts // Russian Engineering Research – Vol. 38. – Issue 1. – 1 January 2018. – P. 33–35.

8 **Dudak, N. S., Kasenov, A. Z., Musina, Z. K., Itybaeva, G. T., Taskarina, A. Z.** Processing of holes with a reamer-broach Life Science Journal. 2014. – Vol. 11. – Issue 10s. – P. 282-288.

9 **Дудак, Н. С., Янюшкин, А. С.** Способ и резцовая головка для высокопроизводительного торцового точения отверстий. Системы. Методы. Технологии. – 2011. – № 9. – С. 78–86.

10 **Дудак, Н. С., Муканов, Р. Б., Мендебаев, Т. М., Касенов, А. Ж., Итыбаева, Г. Т.** Обработка отверстий сборной резцовой головкой. // Вестник государственного университета имени Шакарима города Семей. – 2017. – Т. 1. – № 2 (78). – С. 57–61.

11 **Laporte, S., K'Nevez, J. Y., Cahuc, O., Darnis, P.** Phenomenological model for drilling operation // International journal of advanced manufacturing technology. – 2009. – Vol. 40. – Issue 1–2, –P. 1–11.

12 **Jiang, Y. J.** The modeling of thread-rolling die-plates based on the “design table” functions in CAD/CAE/CAM // Mechanical and electronics engineering III, PTS 1-5. Applied Mechanics and Materials. – Vol. 130–134. – P. 499–503. – Part : 1–5, 2012.

13 **Louhichi, B., Abenhaim, G. N., Tahan, A. S.** CAD/CAE integration: updating the CAD model after a FEM analysis // International journal of advanced manufacturing technology. Jan 2015, Vol. 76. Issue 1–4. pp. 391–400.

Материал поступил в редакцию 01.06.18.

Т. М. Мендебаев¹, Р. Б. Муканов², Ж. Дуновски³, А. Ж. Касенов⁴

Ені әртүрлі, қатты қорытпалы пластиналармен жабдықталған құрама кескіш бастиек

^{1,2}Қ. И. Сәтбаев атындағы

Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы қ., 050013, Қазақстан Республикасы;

³Чехия техникалық университеті,

Прага қ., 100 00, Чех Республикасы;

⁴С. Торайғыров атындағы

Павлодар мемлекеттік университеті,

Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.

Материал 01.06.18 баспаға түсті.

Т. М. Мендебаев¹, Р. Б. Муканов², Ж. Дуновски³, А. Ж. Касенов⁴

Sectional tool head with asymmetrical hard alloyed plates of different width

^{1,2}Kazakh National Research Technical

University after K. I. Satpayev,

Almaty, 050013, Republic of Kazakhstan;

³Czech Technical University,

Prague, 10000, Czech Republic;

⁴S. Toraighyrov Pavlodar State University,

Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.

Material received on 01.06.18.

Мақалада құрама кескіш бастиектің құрылысы, жұмыс қағидасы және КОМПАС 3D АРМ FEM бағдарламада инженерлік талдауы жасалынды. Құрама кескіш бастиек жоғары берікті және жазық түбі тесіктерді ондеуге мүмкіндік береді және өнделетін бетінің кедір-бұдырлығын азайтады.

In the article the operational principle is presented, the design is described and the engineer analysis of the proposed instrument – a sectional tool head with asymmetrical hard alloyed plates of different width – is undertaken via Kompas 3D APM FEM. The tool head has an enhanced durability, productivity and precision; decreases in the form deviation and the roughness of surface proceeded, and also provides an opportunity of flat-bottom hole making.

А. А. Мусатаева

науч. сотр., Лаборатория регламентации в области охраны труда, РГКП «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан», г. Астана, 010000, Республика Казахстан
e-mail: Musataeva@rniiot

ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

В данной статье автор раскрывает проблемы охраны труда на предприятиях малого и среднего бизнеса в Республике Казахстан. Обращается внимание на то, что в настоящее время на предприятиях малого и среднего бизнеса занято более 3000 тыс. человек населения республики. Представлены результаты исследования о состоянии условий труда рабочих мест в малом и среднем бизнесе. Обращено внимание на неблагоприятное состояние дел в области безопасности и охраны труда. Рекомендуется при отсутствии у работодателя службы охраны труда или штатного специалиста по охране труда передавать их функции на аутсорсинг. Предлагается разработать учебно-методические пособия и информационно-справочные материалы специально для руководителей и специалистов малого и среднего предпринимательства, которые будут непосредственно связаны с практикой управления охраны труда в малом и среднем бизнесе.

Ключевые слова: малый и средний бизнес, управление, охрана труда, обучение.

ВВЕДЕНИЕ

Мировой опыт свидетельствует, что в странах с развитой рыночной экономикой малое и среднее предпринимательство (далее – МСП) оказывает серьезное влияние на развитие народного хозяйства, решение социальных проблем, увеличение численности занятых работников. Состояние малого и среднего бизнеса является индикатором успешного развития экономики страны [1].

В настоящее время в отдельных регионах республики субъекты МСП играют важную роль по объему производимых и реализуемых товаров,

выполняемых работ и услуг, по численности работающих. Малые и средние предприятия не требуют крупных вложений, способны более эффективно и быстро способствовать реструктуризации экономики, при ограниченных ресурсах способны формировать и расширять рынок потребительских товаров и услуг. Именно малые и средние предприятия могут стать той движущей силой, которая позволит в полной мере раскрыть потенциал экономики Казахстана и войти нашей стране в число тридцати наиболее развитых государств мира. Поэтому проблема государственной поддержки малых и средних предприятий в настоящее время является актуальной.

В Республике Казахстан для поддержки малого и среднего предпринимательства создана программа «Дорожная карта бизнеса 2020», где предприниматели могут получить поддержку в виде ведения бизнеса, гарантирования кредитов, обучения персонала, получения консультации.

Предприятия малого и среднего бизнеса в Казахстане способствует созданию новых рабочих мест, что в свою очередь ставит задачу обеспечения безопасного труда на рабочих местах в целях устойчивого развития бизнеса.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

По отраслевой структуре распределения по видам экономической деятельности, малый и средний бизнес, как правило, представлен в основном, предприятиями в сфере торговли (рисунок 1), т.е. представлен относительно безопасными видами деятельности. Между тем, в структуре малого предпринимательства Казахстана достаточно высока доля и тех сфер деятельности, которые традиционно относятся к отраслям с самыми высокими показателями травматизма и профзаболеваемости – это строительство, транспорт и связь, сельское хозяйство [2].

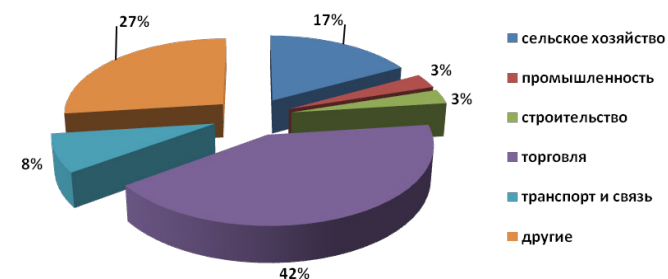


Рисунок 1 – Отраслевая структура предприятий МСП за 2014 год
(Данные АО «Фонд развития предпринимательства «Даму» [3])

По данным АО «Фонд развития предпринимательства «Даму» за период с 2010 по 2015 годы имеется тенденция роста активно занятого населения в МСП. В абсолютном выражении за последние 6 лет в секторе МСП трудоустроено 3 147 тыс. человек (рисунок 2).

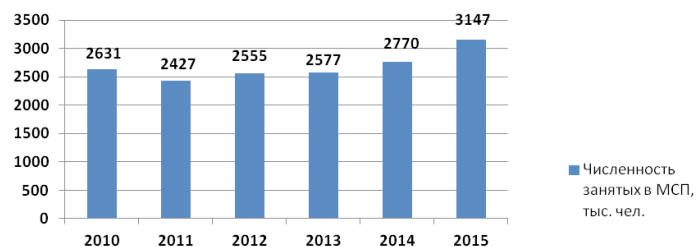


Рисунок 2 – Динамика численности занятых в МСП за период 2010–2015 годы

Исследованиями состояния условий труда рабочих мест на предприятиях МСП установлено, что практически на каждом изучаемом предприятии выявляются нарушения в сфере охраны труда. Данный факт показывает на сколько велика доля работников, находящихся в зоне постоянного риска – в масштабах страны таких работников миллионы.

В частности, в организациях малого и среднего бизнеса работа по охране труда либо вообще не ведется, либо ведётся от случая к случаю, т.е. бессистемно. На предприятиях нет необходимых средств индивидуальной и коллективной защиты, либо они неправильно эксплуатируются. Следует отметить, что многие работодатели полагают, что защитить работников современными и надежными средствами защиты могут себе позволить только крупные предприятия, несмотря на то, что рынок в настоящее время предлагает современные, качественные и надежные средства защиты, соответствующие мировым стандартам.

Некоторые работодатели финансируют мероприятия по охране труда по остаточному принципу, тем самым пытаясь сэкономить на обеспечении здоровых и безопасных условий труда, и в результате подвергают опасности жизнь и здоровье работающих.

Исследования показали, что руководителям МСП бывает трудно самим разобраться в сложных правовых и организационных вопросах охраны труда [4, 5]. Кроме того, работодателям малых предприятий трудно содержать специалиста по охране труда, когда у него работают 3 или 4 сотрудника.

В настоящее время казахстанском законодательстве не предусмотрены механизмы регулирования взаимоотношении при передаче деятельности в области охраны труда внешнему исполнителю.

Рекомендуется при отсутствии у работодателя службы охраны труда или штатного специалиста по охране труда на законодательном уровне утвердить право передаче их функции на аутсорсинг, т.е. привлечь организацию или специалиста по гражданско-правовому договору. Такой вид услуг в Казахстане пока не находит массового применения, поскольку рынок услуг в сфере охраны труда еще только формируется.

Одной из проблем в области охраны труда является обучение специалистов службы охраны труда предприятия малого и среднего бизнеса. В настоящее время контроль за их своевременным обучением отсутствует на государственном уровне.

Важно, что только в процессе обучения по вопросам безопасности и охраны труда руководители и специалисты малого и среднего бизнеса могут получить необходимую информационно-консультационную помощь и знания в области охраны труда. В этой связи требуется разработать комплекты учебно-методических и справочных материалов по вопросам безопасности и охраны труда, адаптированных для малых и средних предприятий, которые будут включать действующие нормативно-правовые акты в области безопасности и охраны труда.

Исследованиями установлено, что на изучаемых предприятиях малого бизнеса предприниматели впервые слышат о необходимости специального обучения по вопросам безопасности и охраны труда.

ВЫВОДЫ

Таким образом, рекомендуется руководителей и специалистов МСП обучать по учебной программе в области охраны труда, специально разработанной для малого и среднего бизнеса. Программа и планы обучения должны предусматривать только темы, которые непосредственно связаны с практикой управления охраной труда на предприятиях малого и среднего бизнеса. Для обучения специалистов МСП необходимы учебно - методические пособия и информационно-справочные материалы, которые позволили бы легко усвоить предлагаемый материал излагаемый в лаконичной, доступной и сжатой форме.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Микро-, малые и средние предприятия и глобальный экономический кризис. – Женева : МОТ, 2011. – 46 с.

2 Статистический бюллетень о травматизме, связанном с трудовой деятельностью, и профессиональных заболеваниях Республики Казахстан на 2016 год // [Эл.ресурс] Министерство национальной экономики. Комитет по статистике: <http://Stat.gov.kz>

3 АО «Фонд развития предпринимательства «ДАМУ» // [Эл.ресурс]: <https://damu.kz>

4 Кодекс Республики Казахстан от 29 октября 2015 года № 375-V «Предпринимательский кодекс Республики Казахстан» (изм. и доп. по состоянию на 09.01.2018 г.) // [Эл. ресурс] <http://online.zakon.kz>

4 Трудовой кодекс Республики Казахстан 23 ноября 2015 года № 414-V (изм. и доп. по состоянию на 30.11.2017 г.)

Материал поступил в редакцию 01.06.18.

А. А. Мусатаева

Қазақстан Республикасының шағын және орта бизнестік кәсіпорындарында еңбек қорғау мәселелері

«Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты» РМҚК,
Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы.
Материал 01.06.18 баспаға түсті.

A. A. Musataeva

Problems of labor protection at the enterprises of small and medium business of the Republic of Kazakhstan

RSE «Republican Scientific
Research Institute for Labor Protection of the
Ministry of Labor and Social Protection of Population
of the Republic of Kazakhstan»,
Astana, 010000, Republic of Kazakhstan.
Material received on 01.06.18.

Бұл мақалада автор Қазақстан Республикасының шағын және орта бизнес кәсіпорындарында еңбекті қорғау проблемаларын анықтайды. Бүгінгі таңда республика халқының 3000 мыңнан астамы шағын және орта кәсіпорындарда жұмыс істейтініне назар аударылады. Ұсынылған – шағын және орта бизнестегі жұмыс орындарының жұмыс жағдайлары туралы зерттеулердің

нәтижелері. Қауіпсіздік және еңбекті қорғау саласындағы қолайсыз жағдайларға назар аударылады. Жұмыс берушінің еңбек қорғау қызметіне немесе толыққанды еңбек қорғау маманына өз функцияларын аутсорсингке ауыстыру ұсынылады. Шағын және орта бизнестегі еңбекті қорғауды басқару тәжірибесімен тікелей байланысты болатын шағын және орта бизнестің басшылары мен мамандары үшін оқу-әдістемелік нұсқаулықтар мен анықтамалық материалдарды әзірлеу ұсынылады.

In this article, the author reveals the problems of labor protection in small and medium-sized enterprises in the Republic of Kazakhstan. Attention is drawn to the fact that currently more than 3 million people of the republic's population work at small and medium-sized enterprises. Presented are the results of research on the state of working conditions of jobs in small and medium businesses. Attention is drawn to the unfavorable state of affairs in the field of safety and labor protection. In the absence of a labor protection service or a full-time labor protection specialist it is recommended to transfer their functions to outsourcing. It is proposed to develop educational and methodological manuals and reference materials specifically for managers and specialists of small and medium-sized businesses that will be directly related to the practice of managing labor protection in small and medium businesses.

А. В. Нефтисов¹, Р. К. Кабылдин²

¹доктор PhD, Энергетический факультет, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

²магистрант, Энергетический факультет, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан

e-mail: ¹shurik-neftisov@mail.ru; ²r.kabyldin@gmail.com

**АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧЕТА ПОТРЕБЛЕНИЯ
ЭНЕРГОРЕСУРСОВ ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА**

Статья посвящена автоматизации учета потребления энергоресурсов жилого комплекса. Объектом автоматизации учета электроэнергии была выбрана первая очередь жилого комплекса «Зара и К». Первая очередь жилого комплекса «Зара и К» представляет собой дом переменной этажности со встроено-пристроенными нежилыми помещениями, который расположен южнее ул. Кирова в Центральном районе г.Павлодар. Определен типовой состав средств автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета электроэнергии. Рассмотрена структура автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета электроэнергии города, которая должна представлять собой три уровня сбора и передачи данных и центр сбора и обработки информации. Установлено, что всех потребителей электроэнергии города можно условно разделить на группы, для каждой группы характерна своя структурная схема автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета электроэнергии.

Ключевые слова: автоматизация, энергопотребление, повышение эффективности, учет энергоресурсов, автоматизированная система коммерческого учета.

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизированный учет электроэнергии и других ресурсов – это важная мера для оптимизации потребления, снижения потерь и увеличения экономической эффективности. Создание АИИСКУЭ позволяет успешно решать такие задачи, как обеспечение достоверности

и оперативности учета электроэнергии, автоматизация расчетов между поставщиками и потребителями, выявление потерь электроэнергии на определенных участках, многотарифный учет, хранение и обработка данных [1–4].

Проанализировав данные учета на промышленном объекте или в жилом комплексе, можно обнаружить попытки хищения электроэнергии. Это поможет существенно снизить уровень потерь электроэнергии.

Каждый год увеличивается расход электроэнергии на бытовые нужды и растет количество бытовой техники в квартирах населения. Ввод новых генерирующих мощностей сопряжен с огромными финансовыми затратами. Поэтому энергосбережение становится одной из актуальнейших задач.

Каждый тенге, потраченный на энергосберегающие мероприятия, связанные с экономией электрической энергии, приводит к такому же эффекту, как два тенге, потраченные на увеличение генерирующих мощностей [5–6]. На фоне продолжающегося и усугубляющегося экономического кризиса, при постоянном росте цен на импортное оборудование и комплектующие вопросы энергосбережения выходят на передний план. Коммунально-бытовое хозяйство в наши дни является одним из крупных потребителей топлива и электрической энергии, всего на него приходится примерно 20 % топливно-энергетических ресурсов.

На рисунке 1 показано распределение потребления электроэнергии по отраслям за 2017 год. Самыми крупными потребителями электроэнергии в коммунально-бытовом хозяйстве являются жилые дома. В них ежегодно расходуется в среднем 400 кВт*ч на человека, из которых примерно 280 кВт*ч потребляется внутри квартиры на освещение и бытовые приборы различного назначения и 120 кВт*ч – в установках инженерного оборудования и освещения общедомовых помещений. Внутриквартирное потребление электроэнергии составляет примерно 900 кВт*ч в год в расчёте на «усреднённую» городскую квартиру с газовой плитой и 2000 кВт*ч – с электрической плитой. Среднее потребление электроэнергии бытовыми приборами (из расчёта на семью из 4 человек) приведено в таблице 1.

Распределение электроэнергии по отраслям



Рисунок 1 – Распределение потребления электроэнергии по отраслям за 2017 год

Таблица 1 – Потребление электрической энергии бытовыми электроприемниками

Электроприемник	Руст, кВт	Годовой расход электроэнергии, кВт·ч	Годовое время работы прибора, часов
Электрическая плита	5,8	8120	1400
Холодильник с морозильной камерой	0,15	450	3000
Телевизор	0,2	300	1500
Пылесос	0,6	60	100
Утюг	1	200	200
Стиральная машина	0,35	42	120

Количество потребляемой электроэнергии неуклонно растет. Загрузка генераторов электростанций приближается к максимальной, особенно в зимнее время года в часы максимума нагрузки 8-10 и 17-21 час. При этом до 20 % электрической энергии бытовые потребители расходуют нерационально.

Доступность электрической энергии создала у людей впечатление о безграничности энергоресурсов и отсутствии необходимости их экономии.

Согласно «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ), утвержденных 24 октября 2012 года № 1355 граждане (физические лица) для учета

потребляемой электрической энергии обязаны использовать приборы учета класса точности 2,0 и выше. На вводах многоквартирных жилых домов должны использоваться приборы учета класса точности 1,0 и выше. Согласно «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ), утвержденных 24 октября 2012 года № 1355 потребители с мощностью до 670 кВт при классе напряжения до 35 кВ включительно, также должны использоваться приборы учета класса точности 1,0 и выше. Потребители электроэнергии мощностью до 670 кВт напряжением 110 кВ и выше должны иметь электросчетчики с классом точности 0,5S и выше.

Под гражданами-потребителями понимаются физические лица, проживающие в своих квартирах, частных домах, коттеджах. В этих помещениях не ведется никакой предпринимательской или производственной деятельности.

Таким образом, для учета потребления электроэнергии в квартирах должны использоваться счетчики класса точности 2,0 и выше, в торгово-офисных помещениях счетчики класса точности 1,0 и выше, на вводе в жилой дом счетчики класса точности 1,0 и выше 7.

В состав средств автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета электроэнергии (АИИСКУЭ) входят [7–8]:

- 1) счетчики электрической энергии, способные передавать измеренные величины;
 - 2) устройства сбора и передачи данных (УСПД), которые выполняют сбор, первичную обработку, хранение и передачу данных по внешним каналам связи в центры сбора и обработки информации (ЦСиОИ);
 - 3) технические средства передачи данных от УСПД до ЦСиОИ, включая линии связи, модемы и т.д.;
 - 4) вычислительные средства в ЦСиОИ для обработки поступающей информации и обмена ею между различными уровнями иерархии АИИСКУЭ.
- Цель работы: повысить рентабельность объекта автоматизации.

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

- анализ обобщенной структуры систем АИИСКУЭ и характеристика объекта автоматизации;
- выбор наиболее рационального варианта АИИСКУЭ жилого комплекса;
- оценка экономической эффективности внедрения АИИСКУЭ.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Объектом автоматизации учета электроэнергии была выбрана первая очередь жилого комплекса «Зара и К». Первая очередь жилого комплекса

«Зара и К» представляет собой дом переменной этажности со встроенно-пристроенными нежилыми помещениями поз.16, который расположен южнее ул. Кирова в Центральном районе г.Павлодар.

Расположение жилого комплекса «Зара и К» показано на рисунке 2.

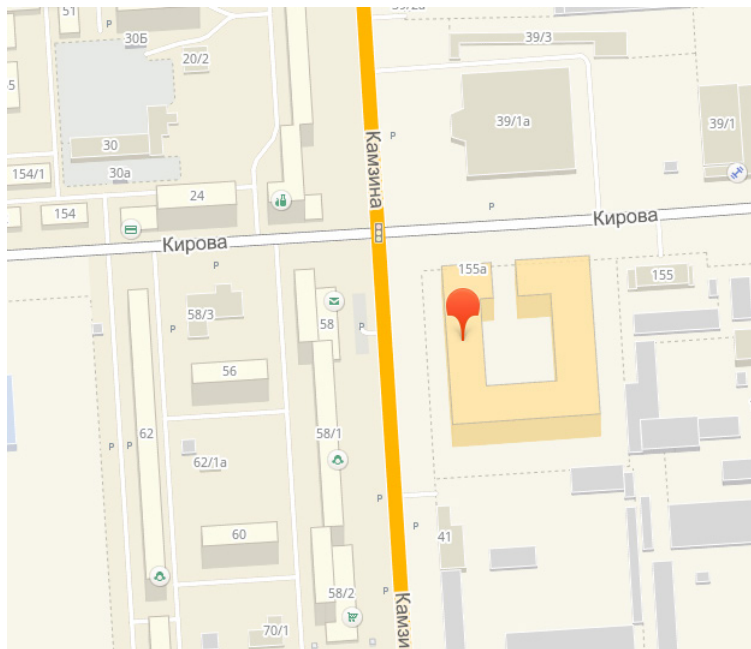


Рисунок 2 – Расположение жилого комплекса «Зара и К»

В данный момент завершается I этап строительства жилого дома поз.16, расположенного в Центральном районе г. Павлодар на южной стороне улицы Кирова на пересечении с улицей Камзина.

Микрорайон, где строится жилой комплекс, обладает полностью развитой инфраструктурой: школы, д/сады, поликлиника, хорошая транспортная развязка.

Рядом располагаются спортивные и развлекательные сооружения: ОК «Баянтау», торговый комплекс «Артур», где можно воспользоваться различными услугами.

Срок сдачи дома и получения разрешения на ввод объекта в эксплуатацию I полугодие 2018 г., конструкции дома выполнены из монолита, кирпичные стены, квартиры будут передаваться без отделки, с установкой приборов учета холодной и горячей воды, тепла, электросчетчиков., окна

– 2-х камерные стеклопакеты, лоджии и балконы остеклены алюминиевым профилем, входная дверь – металлическая, полностью выполняется электроразводка по квартире и система отопления. На первых этажах и в цоколе будут размещаться офисные помещения.

Структурно АИИСКУЭ города (рисунок 3) должна представлять собой три уровня сбора и передачи данных и центр сбора и обработки информации [9-11]:

1 Верхний уровень – уровень сбора и передачи данных от приборов учета на границах раздела с поставщиками электроэнергии.

2 Средний уровень – уровень сбора и передачи данных от балансовых приборов учета РП, ТП.

3 Нижний уровень – уровень сбора и передачи данных от приборов учета потребителей.

4 Центр сбора и обработки информации.

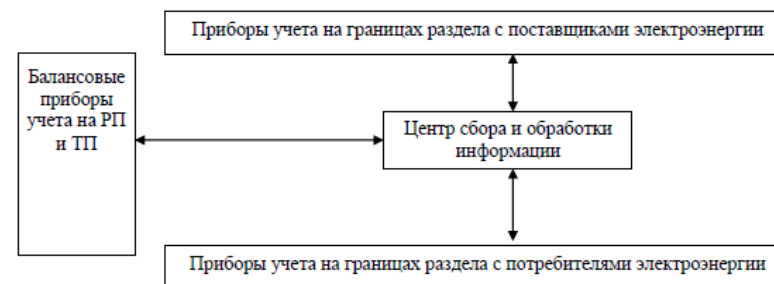


Рисунок 3 – Структурная схема автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета электроэнергии города

На рисунке 4 представлена структурная схема Центра сбора и обработки информации.

Все потребители электроэнергии могут быть разбиты на группы:

- Жилой сектор (многоэтажная застройка)
- Жилой сектор (частные дома, коттеджные поселки)
- Мелкомоторный сектор
- Промышленные предприятия

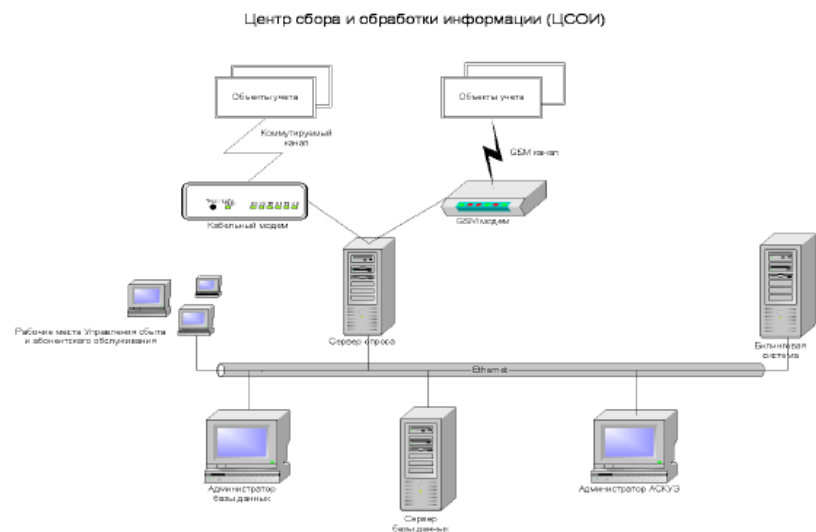


Рисунок 4 – Структурная схема Центра сбора и обработки информации

Наибольшее количество хищений происходит в домах частной застройки. Основные технические недостатки существующей системы построения распределительных сетей:

- приборы учета установлены в помещениях;
- проводка от изоляторов, установленных на зданиях, до узлов учета зачастую скрыта;
- линии, питающие строения, выполнены голыми проводами;
- счетчики подключены неверно и при использовании «хорошего» контура заземления не только позволяют пользоваться электроэнергией безучетно, но и «отматывать» показания счетчика назад;
- возможно использование скрытых безучетных розеток.

Узел учета должен закрываться на спецзамок и пломбироваться. В нем должен находиться вводной автомат для защиты питающей сети и ограничения нагрузки. В качестве вводного провода следует применять только самонесущий изолированный провод. Стойка или сам узел учета должен иметь повторное заземление, нулевой провод должен также повторно заземляться. При такой схеме организации учета производить любые манипуляции по изменению схемы подключения счетчика практически невозможно.



Рисунок 5 – Структурная схема АИISKУЭ жилого сектора (частные дома, коттеджные поселки)

В шкафу узла учета должен быть установлен электронный счетчик с импульсным выходом и контроллер, который по сети 0,4 кВ передает информацию на ТП-6(10)/0,4 кВ. Контроль открытия и закрытия узла учета должен производиться при помощи герконного реле и заноситься в память независимо от положения вводного автомата. Таким образом, независимо от наличия или отсутствия пломб, информация об открытии узла учета будет фиксироваться без возможности её изъятия.

Типовое решение АИISKУЭ для данного типа потребителей представлено на рисунке 5.

Принципиальным отличием от предыдущей группы потребителей является то, что счетчик электроэнергии вместе с устройством отключения и электросиловым модемом монтируются в отдельном шкафу с классом защиты не хуже IP65. Шкаф устанавливается на электрической опоре (столбе) рядом с домом. Данные со счетчиков передаются по сети 0,4 кВ на ЛБСД, расположенный в ТП. Оттуда по GSM-каналу данные передаются в Центр сбора и обработки информации (ЦСОИ).

ВЫВОДЫ

Определен типовой состав средств автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета электроэнергии (АИИСКУЭ) в которую входят: счетчики электрической энергии, способные передавать измеренные величины; устройства сбора и передачи данных (УСПД), которые выполняют сбор, первичную обработку, хранение и передачу данных по внешним каналам связи в центры сбора и обработки информации (ЦСиОИ); технические средства передачи данных от УСПД до ЦСиОИ, включая линии связи, модемы и т.д.; вычислительные средства в ЦСиОИ для обработки поступающей информации и обмена ею между различными уровнями иерархии АИИСКУЭ.

Рассмотрена структура АИИСКУЭ города, которая должна представлять собой три уровня сбора и передачи данных и центр сбора и обработки информации:

– Верхний уровень – уровень сбора и передачи данных от приборов учета на границах раздела с поставщиками электроэнергии.

– Средний уровень – уровень сбора и передачи данных от балансовых приборов учета РП, ТП.

– Нижний уровень – уровень сбора и передачи данных от приборов учета потребителей.

– Центр сбора и обработки информации.

А также установлено, что всех потребителей электроэнергии города можно условно разделить на группы, для каждой группы характерна своя структурная схема АИИСКУЭ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Положение об организации коммерческого учета электроэнергии и мощности на оптовом рынке, утвержденное РАО «ЕЭС России» 12.10.2001 г.

2 Постановление Правительства РФ от 27.12.97 № 1619. О ревизии средств учета электрической энергии и маркировании их специальными знаками визуального контроля.

3 Положение о порядке проведения ревизии и маркирования специальными знаками визуального контроля средств учета электрической энергии, утверждено Министерством топлива и энергетики РФ 16.09.98 г., Председателем Государственного комитета РФ по стандартизации и метрологии 3.10.98 г.

4 **Бурмистров, А. В.** Построение автоматизированной системы учёта электроэнергии и диспетчеризации в сетях 6/10 кВ и 0,4 кВ / А.В. Бурмистров // Шестой научно-технический семинар «Системы АИИС КУЭ (АСКУЭ) и

автоматизация расчётов с потребителями электроэнергетики в энергосистемах». Сборник докладов. – 2009. – С. 81–91.

5 Правила учета электрической энергии: Сборник основных нормативно-технических документов, действующих в области учета электроэнергии. – М.: Главгосэнергонадзор, 1998.

6 **Кудрин, Б. И.** Электроснабжение : Учебник / Б. И. Кудрин – М. : Academia, 2015.

7 ГОСТ 34.602-89. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы. – Введ. 1990–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1989.

8 ГОСТ 34.201–89. Информационная технология. Комплекс стандартов и руководящих документов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем. – Введ. 1990–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1989.

9 ГОСТ 24.602–86. Автоматизированные системы управления. Состав и содержание работ по стадиям создания. – Введ. 1988–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1986.

10 РД 34.11.114–98. Автоматизированные системы контроля и учета электроэнергии и мощности. Основные нормируемые метрологические характеристики. Общие требования. – 1997.

11 РД 34.09.101–94. Типовая инструкция по учету электроэнергии при ее производстве, передаче и распределении.

12 Правила устройства электроустановок (ПУЭ), утверждённые 24 октября 2012 года № 1355.

Материал поступил в редакцию 01.06.18.

А. В. Нефтисов¹, Р. К. Кабылдин²

Тұрғын үй кешенінің энерго ресурстарын қолдану бухгалтерлік энергетикасы

^{1,2}С. Торайғыров атындағы

Павлодар мемлекеттік университеті,

Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.

Материал 01.06.18 баспаға түсті.

Automation of accounting of a residential complex energy resources consumption

^{1,2}S.Toraighyrov Pavlodar State University,
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.

Material received on 01.06.18.

Мақала тұрғын үй кешенінің энергияны тұтыну есебін автоматтандыруға арналған. Электр энергиясын есепке алуды автоматтандыру объектісі ретінде «Зара и К» тұрғын үй кешенінің бірінші кезеңі таңдалды. «Зара және К» тұрғын үй кешенінің бірінші кезеңі көшенің оңтүстігінде орналасқан 16-шы қабатты тұрғын үй емес үй-жайлары бар әртүрлі қабаттар үйі. Павлодар қаласының орталық ауданындағы Киров. Коммерциялық электр энергиясын есепке алудың автоматтандырылған ақпараттық-өлішеу жүйесінің типтік құрамы анықталды. Қаланы коммерциялық электр энергиясын есепке алудың автоматтандырылған ақпараттық-өлішеу жүйесінің құрылымы қарастырылып отыр, ол деректерді жинау мен берудің үш деңгейінен және деректерді жинау және оңдеу орталығынан тұрады. Қалада барлық электр энергиясын тұтынушылар шартты түрде топтарға бөлінуі мүмкін екендігі анықталды, әр топта коммерциялық электр энергиясын есепке алу үшін автоматтандырылған ақпараттық-өлішеу жүйесінің өз құрылымдық схемасы бар.

The article is devoted to automation of a residential complex energy consumption accounting. The first phase of the residential complex «Zara and K» was chosen as the object of electricity metering automation. The first stage of the residential complex «Zara and K» is a house of varying number of residential areas with built-in non-residential premises. The house is located in the south of the Kirov's street in the Central area of Pavlodar. The typical composition of the automated information and measuring system of commercial electricity metering is determined. The structure of the automated information-measuring system of commercial electricity metering of the city is considered, which should consist of three levels of data collection and transmission and a data collection and processing center. It is established that all electricity consumers in the city can be conditionally divided into groups. Each group has its own structural diagram of an automated information and measuring system for commercial electricity metering.

A. V. Нефтисов¹, Д. Токмагамбет²

¹доктор PhD, Энергетический факультет, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан; ²магистрант, Энергетический факультет, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан e-mail: ¹shurik-neftisov@mail.ru; ²diast2812@gmail.com

ЭТАП МОДЕРНИЗАЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Статья посвящена автоматизации технологических процессов в химической промышленности. Показан объем химической промышленности в национальной экономике. Представлен первый нефтехимический завод, построенный в Республике за годы независимости, который стал одним из успешных прорывных проектов Казахстана. ТОО «Компания Нефтехим LTD» – единственное предприятие в Казахстане по производству метил-трет-бутилового эфира и полипропилена. Акцентировано внимание на технологическом процессе грануляции, а именно на системе автоматизации подводной грануляции полипропилена. Установленные и действующие локальные системы автоматизации должны отвечать требованиям гибкости и адаптивности, для того чтобы при необходимости была возможность внедрения следующего этапа модернизации, который представляет собой соединение локальных систем в единую информационную систему, которая позволит автоматизировать дополнительные задачи, а также организовать автоматический подсчет технико-экономических показателей.

Ключевые слова: модернизация, автоматизация, технологический процесс, производство, повышение эффективности

ВВЕДЕНИЕ

Современный подход к промышленной автоматизации заключается в формировании автоматизированных систем как главного инструмента единой системы управления и защиты технологического процесса [1]. Химическая промышленность занимает отдельную нишу в сфере автоматизации.

Насколько широко распространены, настолько же и разнообразны технологические процессы, применяемые в химическом производстве [2]. Разработка и модернизация систем оперативного управления является одной из приоритетных задач нашей науки и промышленности, так как направлено на повышение экономической эффективности производства [3].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Химическая отрасль Казахстана включает в себя ряд подотраслей, которые формируют комплекс взаимосвязанных структур промышленности страны. В состав химической отрасли входят такие подотрасли, как производство кокса и продуктов нефтепереработки, производство продуктов химической промышленности, производство прочей не металлической минеральной продукции, производство основных фармацевтических продуктов и производство резиновых и пластмассовых изделий. Согласно данным Комитета статистики МНЭ РК по итогам 9 месяцев 2016 года объем производства химической отрасли составил 1 075 млрд. тенге, против 881 млрд. тенге за 9 месяцев 2015 года. Годовой прирост объема производства за анализируемый период составил 21,92 %.

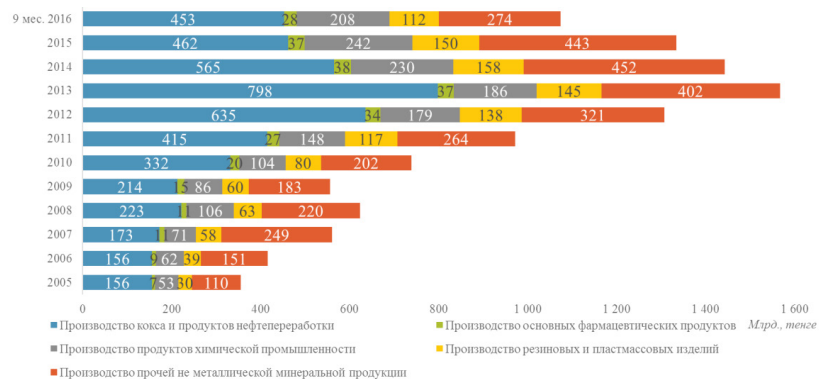


Рисунок 1 – Объем производства продукции химической отрасли в Республике Казахстан 2005 г.-9 мес. 2016 г., в млрд. тенге

Основной объем доходов отрасли относится к производству кокса и продуктов нефтепереработки – 453 млрд. тенге за 9 месяцев 2016 года. 25,4% произведенной продукции относится к прочей не металлической минеральной продукции. Здесь объем производства составил 2 274 млрд. тенге. Третей по объему производства является химическая промышленность, которая сгенерировала 208 млрд. тенге за анализируемый период. 10,4 % рынка

формируют резиновые и пластмассовые изделия. Объем производства сложился на уровне 112 млрд. тенге. Минимальный объем производства приходится на фармацевтическую отрасль с объемом производства в 28 млрд. тенге.

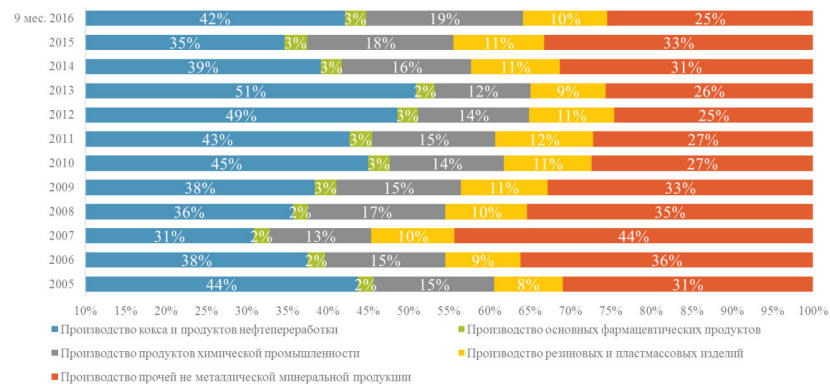


Рисунок 2 – Динамика структуры химической отрасли в Республике Казахстан 2005 г. – 9 мес. 2016 г.

При сравнении динамики изменения структуры отрасли с 2005 года по 2015 год наблюдается смещение доли производства кокса и продуктов нефтепереработки в пользу химической промышленности, производства резиновых и пластмассовых изделий. Рост доли рынка в химической отрасли также показывает фармацевтическая отрасль и производство прочей не металлической минеральной продукции. В связи со снижением стоимости нефти мы ожидаем оживления в производстве резиновых и пластмассовых изделий. Удешевление сырья создаст благоприятные условия для развития данной подотрасли [4]. Таким образом, химическая промышленность занимает очень важное место в экономике страны, и как следствие ее модернизация и повышение эффективности даст прирост благосостояния государства.

Первый нефтехимический завод, построенный в Республике за годы независимости, стал одним из успешных прорывных проектов Казахстана. ТОО «Компания Нефтехим LTD» – единственное предприятие в Казахстане по производству МТБЭ (метил-трет-бутилового-эфира) и полипропилена.

В ходе общенационального телемоста Н. Назарбаев дал старт производству цеха грануляции порошкового полипропилена. Глава государства отметил, что производство химических продуктов имеет особое значение для Казахстана. Проект стоимостью 5,8 млрд тенге, позволил

предприятию выпускать 47, 8 тыс. тонн гранулированного полипропилена в год. 60 % продукции предназначено для внутреннего рынка, остальное идет на экспорт в Россию, Китай и Турцию. Поставку оборудования и технологии осуществила немецкая компания Leistritz. Когда строился этот объект, главная цель была заполнить рынок Казахстана достаточно качественной продукцией, теперь же речь уже идет о немалом экспорте. При этом данный объект позволяет вывести качество выпускаемого полипропилена на хороший мировой и европейский уровень. Нужно отметить, что кроме производительности были заложены достаточно серьезные требования по качеству выпускаемой продукции в соответствии с мировыми стандартами.

Пуск цеха грануляции дает возможность в будущем выпускать автозапчасти для казахстанского автопрома, медицинскую продукцию, бытовую технику. Предприятие ТОО «Компания Нефтехим LTD» было введено в эксплуатацию в 2009 году. На заводе ТОО «Нефтехим LTD» успешно функционируют два производства: метил-трет-бутилового (МТБЭ) и полипропилена. Мощности по производству полипропилена были пущены в 2011 году и составляют 30 тыс. тонн в год, изначально на нем отсутствовал узел гранулирования, полимер выпускался в виде порошка, что и ограничивало его сферу применения. Из-за выпуска в порошке казахский производитель вынужден был всю производимую продукцию отгружать на экспортные рынки, в частности, в Китай, поскольку в собственной стране в таком виде полипропилен местные переработчики не могли использовать [5].

Действующая установка грануляции реализована на технологии подводной грануляции. При использовании подводных линий гранулирования расплав полимера подвергается резке непосредственно на выходе из перфорированной плиты в гранулирующую камеру (рис. 3) еще в расплавленном состоянии. Расплав полимера немедленно, т.е. еще во время нарезания, охлаждается окружающей его технологической водой. Ножи разрезают на перфорированной плите экструдированный расплав полимера. Ножи и перфорированная плита омываются технологической водой и имеют температуру поверхности лишь немногим выше температуры технологической воды.

Таким образом, благодаря немедленному контакту с технологической водой только что нарезанный гранулят охлаждается на поверхности очень быстро и может сразу же образовать оболочку из отвердевшего полимера. Дальнейшее охлаждение нарезанного гранулята происходит в трубопроводе при транспортировке в сушилку гранулята. В качестве охлаждающей среды служит, как правило, частично обессоленная вода.

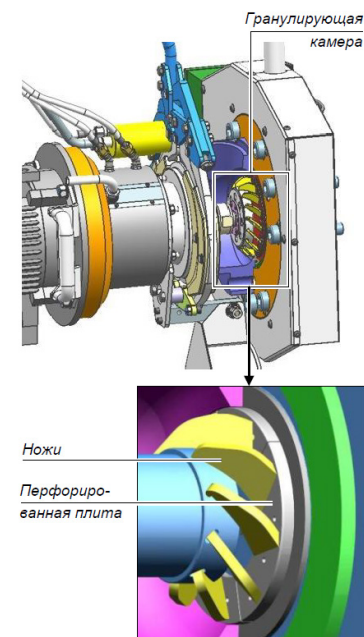


Рисунок 3 – Установка подводной грануляции полипропилена.

Данная установка грануляции снабжена локальной системой автоматизации построенной на базе SIEMENS. Богатство технологических приемов, имеющих место в химической отрасли, влечёт за собой разнообразие применяемых при автоматизации решений, каждое из которых подразумевает достижение своей конкретной цели. Но, так или иначе, автоматизация любого химического производства, в первую очередь, должна быть направлена на стабилизацию и повышение надёжности процесса получения химикатов, равно как и исключать воздействие человеческого фактора [1].

Так в результате внедрения локальных систем автоматизации, для следующего этапа модернизации и повышения эффективности, на предприятии необходимо внедрение системы автоматизации более высокого уровня, которая позволит организовать удаленный контроль, формирование технико-экономических показателей.

ВЫВОДЫ

В любую систему автоматизации должны быть заложены критерии гибкости и адаптивности. Чтобы при необходимости (изменение

технологического процесса, модернизация имеющегося или установка нового оборудования), любые вариации с легкостью можно было бы интегрировать в разработанный продукт. Вместе с тем, при возникновении такой потребности, текущая АСУТП должна интегрироваться в систему автоматизации более высокого уровня (локальная в линейную, линии в цеховую, цеха в комплексную и т.д.). Действующие локальные системы автоматизации отвечают требованиям гибкости и адаптивности, следовательно, следующим этапом модернизации является соединением локальных систем в единую информационную систему, которая позволит автоматизировать дополнительные задачи, а также организовать автоматический подсчет технико-экономических показателей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 **Федоров Ю. Н.**, / Порядок создания, модернизации и сопровождения АСУТП / М: Инфра-Инженерия 2011. – 576 с.
- 2 <http://vpa.ru/projects/chemical/>
- 3 <http://www.dissercat.com/content/razrabotka-avtomatizirovannoi-sistemy-upravleniya-tekhnologicheskimi-protsessami-malotonnazh#ixzz5DPdxfaf7>
- 4 <http://rfcaratings.kz/wp-content/uploads/2015/11/Obzor-himicheskoy-promyshlennosti-RK-3-kv.-2016.docx.pdf>
- 5 http://www.mrcplast.ru/news-news_open-304947.html

Материал поступил в редакцию 01.06.18.

А. В. Нефтисов¹, Д. Токмагамбет²

Химиялық өнеркәсіптің технологиялық процессінің автоматты басқару жүйесін жаңғырту бағдарламасы

^{1,2}С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы. Материал 01.06.18 баспаға түсті.

A. V. Nefissov¹, D. Tokmagambet²

Stage of modernization of the chemical industry technological process automated control system

^{1,2}S. Toraihyrov Pavlodar State University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan. Material received on 01.06.18.

Мақала химия өнеркәсібіндегі технологиялық үрдістерді автоматтандыруға арналған. Химия өнеркәсібінің көлемі Ұлттық экономика көрсетілген. Тәуелсіздік жылдарында республикада салынған алғашқы мұнай-химия зауыты таныстырылды, ол Қазақстандағы табысты серпінді жобалардың бірі болды. «Нефтехим LTD» ЖШС – метил-трет-бутил эфирін және полипропиленді шығаратын Қазақстандағы жалғыз кәсіпорын. Грануляцияның технологиялық үдерісіне, атап айтқанда полипропиленді су асты құюға арналған автоматтандыру жүйесіне назар аударылады. Орнатылған және жұмыс істейтін жергілікті автоматтандыру жүйелері, егер қажет болса, жергілікті жүйелерді қосымша міндеттерді автоматтандыруға мүмкіндік беретін бірыңғай ақпараттық жүйеге қосылатын жаңғыртудың келесі кезеңін іске асыру үшін икемділік пен бейімделу талаптарына сай болуы керек, сондай-ақ техникалық және экономикалық индикаторлар.

The article is devoted to the automation of technological processes in the chemical industry. The volume of the chemical industry in the national economy is shown. The first petrochemical plant built in the republic in the years of independence was presented, which became one of their successful breakthrough projects in Kazakhstan. «Neftekhim LTD» LLP is the only enterprise in Kazakhstan producing methyl-t-butyl ether and polypropylene. Attention is focused on the technological process of granulation, especially on the automation system for underwater granulation of polypropylene. The installed and operating local automation systems must meet the requirements of flexibility and adaptability in order to be possible to implement the next stage of modernization, which represents the connection of local systems into a single information system that will automate additional tasks as well as organize automatic counting of technical and economic indicators.

**А. С. Никифоров¹, Е. В. Приходько²,
А. К. Кинжибекова³, А. Е. Карманов⁴**

¹д.т.н, зав. кафедрой «Теплоэнергетика» Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

²к.т.н, профессор, кафедра «Теплоэнергетика», Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

³к.т.н, ассоц. профессор, кафедра «Теплоэнергетика», Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

⁴докторант, кафедра «Промышленной теплоэнергетики», Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, Республика Казахстан
e-mail: ²john1380@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛАЖНОСТИ ОБМУРОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В этой статье рассматриваются режимы сушки обмуровочных материалов перед пусковыми операциями с целью разогрева высокотемпературных агрегатов. От правильного разогрева агрегата зависит его надежность работы и срок службы установки. При быстром разогреве обмуровки при определённой толщине обмуровки возможна ситуация при которой пар от нагретых участков, проходя через недогретые места кладки, будет охлаждаться и конденсироваться на поверхности. Таким образом, период сушки связан с толщиной высушиваемого материала. При этом, парообразование воды на любой ступени сушки кладки пропорционально её площади. Поэтому, если площадь увеличивать путём увеличения толщины материала, то скорость сушки возрастает. Нужно повысить рабочую температуру в агрегате с такой скоростью, которая диктуется назначением установки и видом обмуровочных материалов, из которых высокотемпературный агрегат выполнен.

Ключевые слова: сушка, обмуровка, высокотемпературные агрегаты.

ВВЕДЕНИЕ

Пусковые операции высокотемпературных агрегатов очень ответственны; для оборудования, обеспечивающего эти режимы, требуются максимально высокие значения таких показателей надежности, как готовность к использованию, достоверность функционирования и безотказность.

Последовательность операций при пуске и разогреве высокотемпературных агрегатов определяется как техникой безопасности, так и необходимостью повышать рабочую температуру в агрегате с такой скоростью, которая диктуется назначением установки и видом обмуровочных материалов, из которых высокотемпературный агрегат выполнен. Эти операции следующие: подготовка к разогреву агрегата и разогрев агрегата.

Подготовка к разогреву агрегата начинается с тщательного визуального осмотра установки и очистки установки от строительного мусора. Вслед за этим выполняется сушка агрегата. Различные виды растворов, которые применяют для выполнения обмуровочной кладки, а также сами обмуровочные материалы содержат влагу.

Например, для ультралегковесного пеношамота (применяется на стенках неэкранированной топочной камеры парового котла), начальная влажность которого равна 50–60 %, срок сушки составляет 5–7 сут, а для обычного шамотного кирпича полусухого прессования 8–12 ч. Для большинства обмуровок максимальные температуры в сушильных установках не превышают 120–180 °С [1].

Сушку, как правило, выполняют:

- воздухом или дымовыми газами (за счёт конвекции);
- открытым пламенем (за счёт излучения).

При проведении процесса сушки воздухом или дымовыми газами имеется значительное преимущество – легче разработать и использовать схему, в соответствии с которой проводить процесс регулирования температуры потока и, как следствие, температуры поверхности обмуровки и скорости её прогрева. При разогреве обмуровки излучением сложнее регулировать тепловой поток на обмуровку, особенно на начальном этапе разогрева. Для этого можно производить розжиг высокотемпературного агрегата с помощью ряда горелок, для которых необходимо предусмотреть последовательность включения при условии сохранения геометрического расположения контура факела. Так, например, в работе [2] регулирование тепловой мощности горелок в соответствии с графиком разогрева осуществляют путём изменения расхода подаваемых к горелкам газа и воздуха и путём последовательного включения в работу горелок.

Если не выполнить предварительную сушку агрегата, то при резком подъеме температуры, в момент, когда на обмуровочные материалы будут

действовать термические напряжения, вода начнет интенсивно испаряться, что приведёт к дополнительным силовым воздействиям и может закончиться растрескиванием кладки (микротрещинами). В связи с этим следует ограничивать скорость повышения температуры в период сушки, то есть проводить плавный разогрев обмуровки.

Количество удаляемой из материала влаги зависит не только от количества и свойств применяемых материалов, но и от условий хранения материала, т.к. в процессе сорбции влажность материала может значительно увеличиваться за счёт влажности окружающей среды. Таким образом, период сушки связан с толщиной (объёмом) высушиваемого материала.

Стандарты, определяющие скорость сушки и повышение температуры, ещё не разработаны. Сложность в данном случае заключается в многообразии используемых обмуровочных материалов, различных толщинах и количествах слоёв обмуровок, во множестве способов разогрева и др. Таким образом, при сушке обмуровок пользуются правилами, как правило, полученными на основании практики.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

На процессы сушки стоит обратить внимание при температуре 100–110 °С (удаление капиллярной влаги), а также при температуре 450–550 °С (удаление химически связанной (структурной) влаги). Необходимо рассчитать количество влаги (капиллярной и химически связанной), по которому можно произвести расчёт длительности процесса сушки («полочки» на кривой разогрева) и энергетические затраты на этот процесс.

Методика определения длительности процесса выдержки при постоянной температуре в процессе нагрева заключается в следующем. Опытным путём определяется количество влаги в обмуровочном материале, например по ГОСТу [4]. Зная процент влаги в высушиваемом материале необходимо найти количество влаги, подлежащей испарению на начальном этапе (при температуре 100–110 °С), которое составит:

$$M_g = m_{об} \cdot W,$$

где $m_{об}$ – масса обмуровки агрегата, кг;

W – влажность обмуровочного материала, %.

Найдём количество теплоты, необходимое для испарения данного количества влаги из $Q_{вт}$, кДж:

$$Q_{вт} = M_g \cdot r,$$

где M_g – масса удаляемой влаги, кг;

r – удельная теплота парообразования воды равна 2258 кДж/кг.

Далее необходимо оценить количество теплоты в агрегате идущей на нагрев обмуровки. Например, для котельных агрегатов малой и средней мощности потери теплоты в окружающую среду (q_3) можно принять равными 5 % от теплоты, получаемой в агрегате. Количество теплоты, получаемой в агрегате, в свою очередь, можно получить, зная расход топлива (кг/ч или м³/ч) и теплоту его сгорания (кДж/кг).

Заключительным этапом является расчёт времени сушки τ по формуле, ч:

$$\tau = \frac{Q_{вт}}{Q_m^{обм}},$$

где $Q_m^{обм}$ – количество теплоты в агрегате идущей на нагрев обмуровки, кДж.

Количество теплоты для удаления химически связанной влаги определяется аналогично при использовании процентного содержания влаги определенного при температуре 450-550 °С.

В качестве примера было рассчитано время удаления капиллярной и структурной влаги для диатомита, который используется в качестве обмуровочного материала в котельном агрегате ДЕ 16–24, в котором общая масса диатомита составляет 10250 кг.

Нами было определено количество капиллярной влаги на анализаторе влажности ЭВЛАС-2М (рисунок 2) при температуре 110 °С в течение 60 мин соответствий с ГОСТ-ом [4].



Рисунок 2 – Анализатор влажности ЭВЛАС-2М

Динамика сушки при температуре 110 °С приведена на рисунке 3:

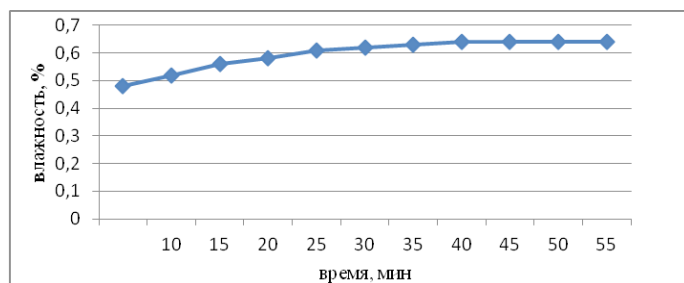


Рисунок 3 – Динамика сушки пенидиатомида

Таким образом, с учётом относительной влажности материала, количество влаги, подлежащей испарению на начальном этапе (при температуре 100–110 °С), составит 65,6 кг. Количество теплоты, необходимое для испарения данного количества влаги, которое составит 148124,8 кДж.

Далее рассчитаем теплоту сгорания топлива, с учётом того, что разогрев проводится посредством сжигания пропан-бутановой смеси (50 % пропана, 50 % бутана).

Теплоту сгорания смеси этих газов определим по формуле:

$$Q_{н.см}^P = Q_{н1}^P \cdot x + Q_{н2}^P \cdot (1 - x),$$

$$Q_{н.см}^P = 87200 \cdot 0,5 + 113200 \cdot (1 - 0,5) = 100200 \text{ кДж} / \text{м}^3$$

где $Q_{н1}^P$; $Q_{н2}^P$ – низшие теплоты сгорания газов, образующих смесь, кДж/м³; x – доля первого газа в смеси.

С учётом расхода газа на стадии разогрева, равного 0,3 м³/с, количество теплоты, выделяемое при горении топлива, будет равно 30060 кДж/с.

На нагрев обмуровки идёт около 5 % теплоты, получаемой в котельном агрегате. Так как количество теплоты, необходимое для удаления влаги из рабочего слоя обмуровки составляет 148124,8 кДж, то время, в течение которого испарится вся гигроскопическая влага, составит:

$$\tau = \frac{148124,8}{30060 \cdot 0,05} = 98,55 \text{ с} = 1,65 \text{ мин}$$

Для определения длительности удаления химически связанной влаги было определено её количество при нагреве до температуры 500 °С в

муфельной печи. Как показали измерения, масса образца изменяется в течение 30 минут. Было проведено исследование пяти образцов. Среднее значение структурной влаги составило 3,5 %.

Проведя аналогичные расчеты, получаем время для испарения структурной влаги, которое составляет 9 минут.

ВЫВОДЫ

В целом на разогрев котла ДЕ-16 из холодного состояния затрачивается около 150 минут без учёта затрат времени на сушку; сушка увеличит это время на 7 %.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 <https://arxivpedia.ru/teploizolyacionnye-i-ogneupornye-materialy/sushka-ogneupornyx-izdelij.html>

2 **Никифоров, А. С., Приходько, Е. В., Жумагулов, М. Г.** Патент № 18652 Республика Казахстан, МКИ F 23 C 5/00, опубл. 16.07.2007, бюл. № 7. – 3 с.

3 Временная инструкция по сушке обмуровок стационарных котлов ТЭС. – М., 1980.

4 ГОСТ 2642.1–2016 огнеупоры и огнеупорное сырье. Методы определения содержания влаги.

Материал поступил в редакцию 01.06.18.

А. С. Никифоров¹, Е. В. Приходько², А. К. Кинжибекова³, А. Е. Карманов⁴
Оқшаулағыш материалдардың ылғалдылығын зерттеу

^{1,2,3}С. Торайғыров атындағы

Павлодар мемлекеттік университеті,

Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы;

⁴Алматы Энергетика және Байланыс Университеті,

Алматы қ., 050000, Қазақстан Республикасы.

Материал 01.06.18 баспаға түсті.

Investigation of refractory materials humidity^{1,2,3}S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.⁴Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, 050000, Republic of Kazakhstan.

Material received on 01.06.18.

Бұл мақалада жоғары температуралық агрегаттарды іске қосу алдындағы оқшауын кептіру режимді операциялары оны жылыту мақсатында қарастырылған. Құрылғыны дұрыс жылыту оның сенімділігі мен қызмет ету мерзімі байланысты болады. Оқшауларды қалыңдығына байланысты тез қыздыру нәтижесінде қабырғаның қызып тұрған бөліктерінен бу өтіп, қабырғаның салқындау қабатында будың конденсациясы болады. Осылайша, кептіру кезеңі кептірілетін материалдың қалыңдығына байланысты. Сонымен қатар, кептірудің кез келген сатысында судың булануы оның аумағына пропорционалды. Сондықтан материалдың қалыңдығын арттыру арқылы аймақ ұлғайтылса, онда кептіру жылдамдығы артады. Құрылғының жұмыс температурасының біртіндеп көтерілуі, қондырғының жұмыс істеу режимі мен оның жасалған материалдарының түріне байланысты.

In this article there are considered the drying regimes of refractory materials before starting operations for the purpose of heating high-temperature aggregates. The reliability and the service life of the installation depend on the correct heating of the unit. With rapid heating of the lining with a certain thickness of masonry, a situation is possible in which the steam from the heated sections, passing through the underheated places of the masonry, will cool and condense on the surface. Thus, the drying period is related to the thickness of the material to be dried. At the same time, the evaporation of water at any stage of drying of the masonry is proportional to its area. Therefore, if the area is enlarged by increasing the thickness of the material, then the drying speed accelerates. It is necessary to raise the operating temperature in the unit at such a rate that is dictated by the purpose of the installation and the type of firing materials, of which a high-temperature unit is made.

**A. S. Никифоров¹, E. V. Приходько²,
A. K. Кинзhibekova³, A. E. Карманов⁴**¹д.т.н, зав. кафедрой «Теплоэнергетика» Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;²к.т.н, профессор, кафедра «Теплоэнергетика», Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;³к.т.н, ассоц. профессор, кафедра «Теплоэнергетика», Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;⁴докторант, кафедра «Промышленной теплоэнергетики», Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, 050000, Республика Казахстан
e-mail: ²john1380@mail.ru**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ РАСЧЁТА
ТЕМПЕРАТУРНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ФУТЕРОВКАХ
ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ АГРЕГАТОВ**

В настоящей статье приводится описание разработанной программы для расчёта температурных напряжений, возникающих в футеровках высокотемпературных агрегатов. Исходный код программного обеспечения, разработанного в среде Delphi, написан на языке ObjectPascal, что позволяет использовать программный продукт на маломощных персональных компьютерах и терминалах. Программа позволяет рассчитывать температурные поля в футеровки при нестационарных режимах, а также возникающие температурные напряжения. По результатам расчётов программа строит графики зависимости температуры от времени и температурных напряжений от времени. Ввод такого начального параметра, как температура внутренней поверхности футеровки может производиться автоматически (при введении скорости разогрева на участке) и вручную (для каждого момента времени), что позволяет получать рациональные графики разогрева агрегатов.

Ключевые слова: температурные напряжения, математическое моделирование, футеровка.

ВВЕДЕНИЕ

Методы моделирования широко применяются для исследования температурных полей в теплотехнологических агрегатах. Они позволяют прогнозировать тепловое состояние ВТУ, ее характеристики, определяя значения температурных полей с помощью вычислительной техники. Используя численные методы решения можно учитывать влияние различных факторов на распределение температур, тогда как определение этих параметров аналитическими методами часто создает неразрешимые трудности.

В общем случае тепловое состояние ВТУ математически описывается следующим уравнение теплопроводности [1]:

$$c'(T) \cdot \frac{\partial T}{\partial t} = \left(\frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda(T) \cdot \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda(T) \cdot \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda(T) \cdot \frac{\partial T}{\partial z} \right) \right) + q_v \quad (1)$$

Для дальнейшего построения математической модели тепловой работы высокотемпературных агрегатов (в нашем случае – сталеразливочный ковш) необходимо привести так называемые условия однозначности: начальные и граничные условия. В качестве граничных условий для рассматриваемых условий приняты следующие: на внутренней и внешней поверхности футеровки – граничные условия 3 рода (температура греющей среды). Начальные условия – задание температуры по сечению футеровки.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Запишем уравнение теплопроводности (1), в одномерной постановке с учётом начальных условий, следующим образом:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \quad 0 \leq x \leq 1 \quad (2)$$

Для решения поставленной задачи выберем неявную шеститочечную схему, являющуюся абсолютно устойчивой. Система линейных алгебраических уравнений, соответствующих неявной шеститочечной схеме решается методом прогонки [2]. Формулы для расчета прогоночных коэффициентов следующие:

$$\alpha_1 = \frac{f}{1+f}, \quad \beta_1 = \frac{(1+f) \cdot T_1^k + f \cdot T_2^k}{1+f}$$

$$\alpha_i = \frac{0,5 \cdot f}{f + 0,5 \cdot f \cdot (2 - \alpha_{i-1})},$$

$$\beta_i = \frac{0,5 \cdot f \cdot T_{i-1}^k + (1-f)T_i^k + 0,5 \cdot f \cdot T_{i+1}^k + 0,5 \cdot f \cdot \beta_{i-1}}{1 + 0,5 \cdot f \cdot (2 - \alpha_{i-1})}. \quad (3)$$

Температура правого граничного узла находится по формуле:

$$T_{n+1}^{k+1} = \frac{[1 - f \cdot (1+b)] \cdot T_{n+1}^k + f \cdot (T_n^k + 2 \cdot b \cdot T_0 + \beta_n)}{1 + f \cdot (1+b - \alpha_n)}. \quad (4)$$

После нахождения температуры в правом граничном узле, перемещаясь по сетке, справа налево, определяются значения температур по формуле:

$$T_i^{k+1} = \alpha_i \cdot T_{i+1}^{k+1} + \beta_i \quad i = 1, \dots, n. \quad (5)$$

Создание расчётного комплекса на основе математической модели тепловой работы футеровки позволит вести процесс разогрева с максимальными скоростями, возникающие температурные напряжения при которых не превышают предела прочности материалов.

Для разработки и функционирования проектируемой системы требуется операционная система семейства Windows. В качестве программного средства реализации выбрана среда разработки Embarcadero RAD Studio XE10 professional. Данная среда разработки приложений для рабочих групп позволяет быстро создавать приложения для ПК, Android и iOS.

Embarcadero RAD Studio XE10 – это комплексное решение для быстрой разработки приложений Windows, .NET, веб-приложений и приложений баз данных. RAD Studio XE поддерживает новые функции для повышения производительности приложений, оптимизации разработки и ускорения процесса создания мощных приложений Windows, .NET и веб-приложений.

Наличие широкого набора компонентов позволяет реализовать задачи хранения и обработки данных в клиент-серверных базах данных. Embarcadero RAD Studio XE10 professional позволяет разрабатывать программное обеспечение native-приложений для Windows, Mac, iOS и Android на базе единого исходного кода. Кроме того, выбранная среда разработки Delphi, имея низкие системные требования приложений, позволяет использовать

программный продукт на маломощных персональных компьютерах и терминалах.

Исходный код программного обеспечения, разработанного в среде Delphi, написан на языке ObjectPascal, основы которого преподаются в средней школе, начальных курсах колледжа и ВУЗа, что упрощает поиск разработчика в случае необходимости доработки программного обеспечения.

Вопрос автоматизации остро стоит в любой отрасли, программное обеспечение позволяет провести вычислительные и аналитические процессы, которые в большинстве случаев невозможны в выполнении человеком, за короткое время и с высокой точностью.

Программа ТЭИС позволяет провести вычисление массива температур и напряжений. Благодаря возможности подключения к СОМ-порту терминала или ПК, Разработка имеет потенциал модификации в сторону получения актуальных исходных данных напрямую с агрегата. Цикличность алгоритма вычислений позволяет анализировать его результаты и прогнозировать график изменения температуры и напряжения в определенном временном отрезке, моделируя работу агрегата. Данная модификация позволит предупредить критические границы переменных и изменить параметры работы агрегата во избежание поломки и аварийной ситуации.

Для работы с программой требуется дважды кликнуть на файл TEIS.exe. При запуске программы пользователю открывается начальное окно (рисунок 1) позволяющее ввести исходные данные в поля соответственно буквенным обозначениям.

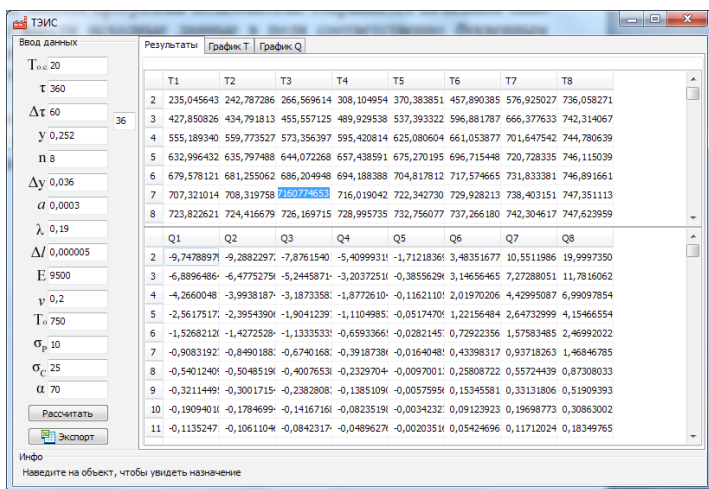


Рисунок 1 – Основное окно программы

Так же при наведении курсора на поле ввода данных, внизу окна программы появляется сообщение с описанием целевого значения переменной.

Ввод такого начального параметра, как температура внутренней поверхности футеровки может производиться автоматически (при введении скорости разогрева на участке) и вручную (для каждого момента времени), что позволяет получать рациональные графики разогрева агрегатов.

Для начала расчета необходимо кликнуть на кнопку «Расчитать», далее программа вычисляет значения температур и напряжений по формулам (3–5) записывая результаты в таблицы.

Далее программа составляет графики температур и напряжений по данным результатам, позволяющие неограниченно приближать и отдалять график, а также сохранять как изображение на устройство.

На рисунке 2 показан пример графика роста температуры.

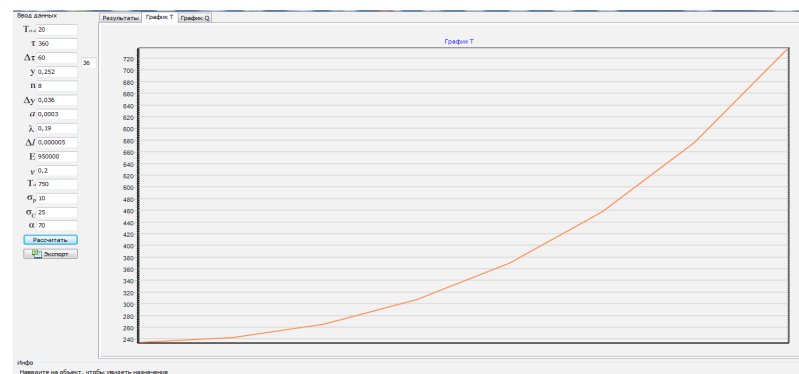


Рисунок 2 – График роста температуры в процессе разогрева

ВЫВОДЫ

Таким образом, для удобства пользования разработанной методикой была разработана блок-схема и компьютерная программа. Исходный код программного обеспечения, разработанного в среде Delphi, написан на языке ObjectPascal, что позволяет использовать программный продукт на маломощных персональных компьютерах и терминалах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Михеев, М. А., Михеева, И. М. Основы теплопередачи. – изд. 2–е, стереотип. – М. : Энергия, 1977. – 344 с.
- 2 Самарский, А. А. Теория разностных схем. – М. : Наука, 1989.

Материал поступил в редакцию 01.06.18.

A. С. Никифоров¹, E. В. Приходько², A. К. Кинжибекова³, A. E. Карманов⁴**Жоғары температуралы агрегаттардың футеровкаларындағы температуралық кернеулер есебінің бағдарламасын әзірлеу**^{1,2,3}С. Торайғыров атындағы

Павлодар мемлекеттік университеті,

Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы;

⁴Алматы Энергетика және Байланыс Университеті,

Алматы қ., 050000, Қазақстан Республикасы.

Материал 01.06.18 баспаға түсті.

A. S. Nikiforov¹, E. V. Prihodko², A. K. Kinzhibekova³, A. E. Karmanov⁴**Development of the program for calculation of temperature voltages in lots of high-temperature units**^{1,2,3}S. Toraihyrov Pavlodar State University,

Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.

⁴Almaty University of Power Engineering and Telecommunications,

Almaty, 050000, Republic of Kazakhstan.

Material received on 01.06.18.

Бұл мақалада жоғары температуралы агрегаттардың футеровкаларында пайда болатын температуралық кернеулер есебі үшін әзірленген бағдарламаның сипаттамасы беріледі. Delphi ортасында әзірленген программалық жабдықтаудың бастапқы коды Object Pascal тілінде жазылған, бұл программалық өнімді төмен қуатты жеке компьютерлер мен терминалдарда пайдалануға мүмкіндік береді. Бағдарлама стационарлық емес жағдай кезіндегі футеровкадағы температуралық өрістерді, сонымен қатар пайда болатын температуралық кернеулерді есептеуге мүмкіндік береді. Есептердің нәтижесі бойынша бағдарлама температураның уақытқа және температуралық кернеулердің уақытқа тәуелділігінің графигін құрастырады. Футеровканың сыртқы бетінің температурасы сияқты бастапқы параметрдің енгізілуі автоматты түрде (үлескідегі жылыту жылдамдығын енгізу кезінде) және қолмен (әрбір уақыт моменті үшін) іске асырыла алады, бұл агрегаттарды жылытудың рационалды графиктерін алуға мүмкіндік береді.

This article describes the developed program for calculating the temperature stresses that arise in the lining of high-temperature aggregates. The source code of the software developed in the Delphi environment is written in ObjectPascal, which allows you to use the software on low-power personal computers and terminals. The program allows calculating the temperature fields in the lining under non-stationary conditions, as well as the resulting temperature stresses. Based on the results of calculations, the program builds plots of temperature versus time and temperature stresses versus time. Input of such an initial parameter as the temperature of the internal surface of the lining can be made automatically (with the introduction of the heating speed at the site) and manually (for each moment of time), which allows us to obtain rational schedules for heating the units.

А. Н. Новожилов¹, Т. А. Новожилов², Г. Ж. Асаинов³

¹д.т.н., профессор, Энергетический факультет, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

²к.т.н., доцент, кафедра «Электроснабжения промышленных предприятий», энергетический институт, Омский государственный технический университет, г. Омск, 644050, Российская Федерация;

³докторант, Энергетический факультет, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан
e-mail: 007giba@mail.ru

**ЗАЩИТА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Осуществлен анализ повреждаемости асинхронных двигателей сельскохозяйственного назначения. Выявлено, что основной причиной повреждения таких асинхронных двигателей является обмотка статора, которая выходит из строя в основном из-за перегрева и короткого замыкания. Выяснено также, что в настоящее время для защиты от перегрева используется тепловое реле магнитного пускателя или тепловой расцепитель автоматического выключателя. Однако эти защиты не всегда адекватно реагируют на перегрева обмотки статора из-за того, что ее работа основана на измерении тока АД. В тоже время защита асинхронного двигателя сельскохозяйственного назначения от коротких замыканий осуществляется с помощью плавкого предохранителя или электромагнитного расцепителя автоматического выключателя, которые обладают низкой чувствительностью к коротким замыканиям в обмотке статора, так как их приходится отстраивать от токов в режиме пуска.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, обмотка статора, короткие замыкания, перегрев, плавкие предохранители, тепловые реле магнитных пускателей, автоматические выключатели.

ВЕДЕНИЕ

Как известно электроснабжение сельскохозяйственных предприятий осуществляется с помощью трехфазных сетей напряжением 380 В с глухо заземленной нейтралью. А в качестве электропривода на этих предприятиях в основном используют асинхронный двигатель (АД). Это вызвано простотой и надежностью в эксплуатации АД.

В тоже время из мировой практики эксплуатации АД известно, что примерно 90–95 % их отказов приходится на повреждение обмотки статора. Примерно 58 % этих отказов возникает из-за обугливания обмотки статора в следствии ее перегрева, вызванного обрывом одной фазы, перегрузом или нарушением его нормальной вентиляции, а также заклинивания ротора. Остальные 32–37 % отказов происходят из-за витковых или междофазных коротких замыканий. Следует добавить, что эти данные не совсем точны из-за того, что при анализе причин возникновения повреждения АД после отключения часто по один вид повреждения обмотки статора принимается за другой.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Для сокращения ущерба от КЗ в обмотках статора и ротора АД с напряжением питания 380 В, и в соединительном кабеле в соответствии с ПУЭ [1] используют токовые защиты, которые должны отвечать требованиям селективности, быстродействия и чувствительности, а также обладать надежностью функционирования.

В соответствии с этими ПУЭ в разделе «Защита электродвигателей напряжением до 1 кВ» в качестве токовых защит [1] рекомендуется использовать плавкие предохранители и электромагнитные расцепители, которые являются элементом конструкции автоматического выключателя.

Плавкие предохранители [2–4] представляют собой устройства защиты, работа которых основана на разрыве защищаемой электрической цепи при КЗ. Конструкции предохранителей разнообразны, но все их можно условно разделить на плавкие, управляемые и жидкометаллические самовосстанавливающие.



Рисунок 1 – Плавкие предохранители

Все плавкие предохранители имеют корпус из изолирующего материала, металлические контакты и плавкую вставку. В сетях 380 В наибольшее

распространение получили предохранители типа ПР-2 и ПН-2, внешний вид которых приведен на рисунке 1.

Конструкция предохранителей типа ПР-2 приведена на рисунке 2. Для корпуса 1 предохранителей с малыми номинальными токами используются специальные стекла. На корпусе закрепляются два латунных колпачка 2. К этим колпачкам приваривается плавкая вставка 3, а полость корпуса засыпается кварцевым песком 4. Гашение дуги при срабатывании в этих предохранителях осуществляется за счет плавления песка вокруг места расплава плавкой вставки. Таким образом, корпус с песком выполняют функции камеры для гашения электрической дуги. Отключающая способность предохранителей ПР-2 невелика и не превышает 100А. Следует добавить, что такие предохранители являются неразборными.

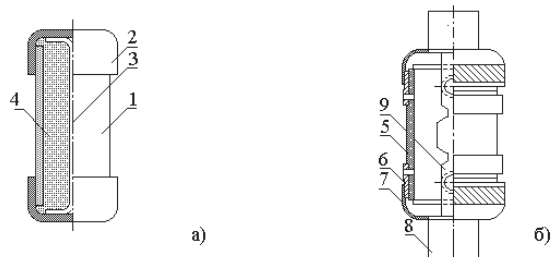


Рисунок 2 – Конструкции плавких предохранителей типа ПР-2

В предохранителе ПР-2 на большие номинальные токи корпус 5 выполняется из толстостенной фибровой трубы, на концы которой напрессованы концевые латунные обоймы 6 с резьбой. В свою очередь на эти обоймы накручиваются латунные колпачки 7, которые удерживают контактные ножи 8 с привинченной к ним плавкой вставкой 9. Плавкую вставку выполняют из цинка. Она представляет собой тонкую пластину с зауженными перешейками. Ширина этих перешеек определяет ток срабатывания предохранителя. Такая конструкция позволяет легко заменять плавкую вставку обслуживающим персоналом при срабатывании предохранителя.

Гашение дуги при срабатывании таких предохранителей ПР-2 с осуществляется за счет воздушных промежутков расплавившихся перешейков и выделившихся под действием высокой температуры дуги из фибровой трубы газов [2].

Номинальные токи плавких вставок предохранителей зависит от типа и размера корпуса предохранителя. Для предохранителей типа ПР-2 они приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики предохранителей ПР-2

Тип предохранителя	Номинальный ток плавкой вставки, А	Предельное значение отключаемого тока, кА
ПР2-60	15;20;25;35;45;60	45
ПР2-100	60;80;100	10
ПР2-350	200;225;260;300;350	130
ПР2-600	350;430;500;600	230

Конструкция предохранителя ПН-2 приведена на рисунке 3,а, где 1 – корпус; 2 – плавкая вставка; 3 – квадратная шайба; 4 – контактные ножи; 5 – концевые пластины; 6 – прокладки из асбеста; 7 – винты для крепления концевых пластин к корпусу; 8- винты для крепления квадратных шайб к концевым пластинам; 9 – мелкозернистый песок.

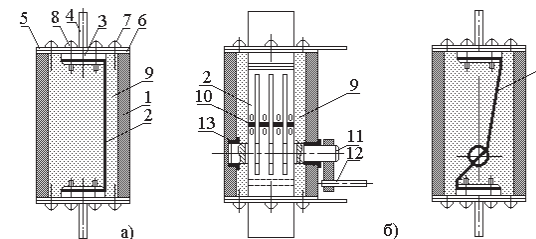


Рисунок 3 – Конструкции предохранителей: а – типа ПН-2; б – управляемого

Корпус 1 снаружи имеет форму квадрата со скругленными углами, внутри – цилиндра. Его изготавливают из высокопрочных сортов фарфора или стеатита. Плавкая вставка 2 изготавливается из меди или цинка в виде нескольких параллельных проволок или тонкой медной ленты, конфигурация которой и размещение показана на рисунке 3,б. В средней ее части напаивают оловянные шарики 10. При нагревании плавкой вставки в первую очередь плавится олово, которое затем растворяет медь перемычки. Благодаря этому проводники плавкой вставки перегорают при значительно меньших токах. Нормированные токи срабатывания плавких вставок предохранителей типа ПН-2 приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики предохранителей

Тип предохранителя	Номинальный ток плавкой вставки, А	Предельное значение отключаемого тока, кА
ПН2-100	31,5;40;50;63;80;100	100

ПН2-250	80;100;125;160;200;250	100
ПН2-400	200;250;315;355;400	40
ПН2-600	315;400;500;600	25

Плавкая вставка 2 располагается внутри корпуса 1 так, как показано на рисунке 3,б и приваривается к квадратной шайбе 3. Кроме того, в квадратную шайбу запрессовываются контактные ножи 4. Квадратная шайба 4 закрепляется на концевых пластинах 5 с помощью двух винтов 8. В свою очередь концевые пластины 5 прикрепляются к корпусу 1 предохранителя четырьмя винтами 7. Для уплотнения соединения между концевой пластиной 5 и корпусом 1 помещают прокладки 6 из асбеста.

В качестве наполнителя в предохранителях ПН-2 для гашения дуги при разрыве плавкой вставки используется мелкозернистый кварцевый песок. В некоторых типоразмерах этих предохранителей вместо песка используют мел или гипс [3].

Управляемые предохранители выполняются на основе существующих плавких предохранителей. Так на рисунке 3,б показан управляемый предохранитель на базе ПН-2. Управляемый предохранитель имеет ленточную плавкую вставку 2, которая проходит через прорезь в валу 11 из диэлектрического материала, соединенную с механическим приводом 12. Для обеспечения герметизации и предотвращения попадания частиц кварцевого песка 9 в зазор корпусом 1 предохранителя и валом 11 предусмотрены втулки 13.

При перегрузке защищаемого элемента срабатывает устройство релейной защиты АД и приходит в действие привод 12. Связанный с ним вал 11 поворачивается во втулках 13 и натягивает плавкую вставку 2. При этом режущие кромки вала 11 врезаются в плавкую вставку 2 и разрывают ее. Возникшая в результате разрыва плавкой вставки дуга гасится песком 9. В результате приходит разрыв цепи АД в соответствии с характеристикой заданной релейной защите. При КЗ управляемый предохранитель работает как обычно.

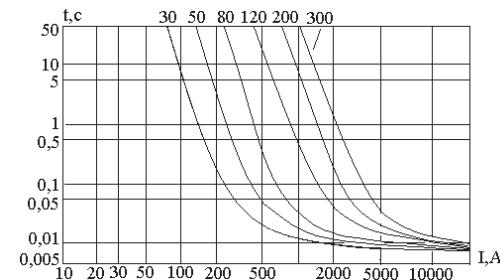


Рисунок 4 – Время токовая характеристика предохранителей серий ПН-2.

Время перегорания плавкой вставки с заданным номинальным током для любого типа предохранителя определяется по время - токовым характеристикам, которые приведены на рисунке 4. Из этого рисунка видно, что плавкий предохранитель с номинальным током 30А может выдерживать ток в 30А бесконечно длительное время. В случае протекания по нему тока 100А он продержится около 7 секунд, а при токе 2000А – 0,01 секунды.

В связи с этим номинальный ток плавкой вставки при защите КЗ в АД выбирается из математического выражения

$$I_T \geq I_H k_{кпт} k_{отс} \tag{1}$$

где I_T – ток плавкой вставки предохранителя; $k_{отс} = 1,1 \div 1,25$ - коэффициент отстройки; $k_{кпт} = 3 \div 8$ - кратность пускового тока.

Если использовать плавкую вставку с током I_T меньше расчетного, то предохранитель будет сгорать при пуске АД [3]. Выражение (1) справедливо для АД с короткозамкнутым ротором номинальное времени $t_{п}$ пуска, которого обычно не превышает 0,5 – 5 секунд. Более точно это время можно найти в литературе [4]. Если, например, при перегрузке или заклинивании ротора АД время пуска превысит $t_{п}$, то плавкая вставка предохранителя перегорит и отключит АД от сети. Следует добавить, что для АД с фазным ротором ток плавкой вставки рассчитывается по (1) при $k_{кпт} = 2 \div 4$.

Предохранители, которые рассчитаны на большие токи, имеют плавкие вставки из нескольких параллельных ветвей. Что значительно повышает их чувствительность и улучшает условия гашения дуги [4].

Несомненным достоинством предохранителей является их дешевизна. А основным недостатком является одноразовость некоторых типов предохранителей и необходимость замены плавкой вставки после срабатывания предохранителя у остальных типов. Следует добавить, что этих недостатков лишены автоматические выключатели.

В связи с этим в основном для защиты низковольтных АД сельскохозяйственного назначения от КЗ используют автоматические выключатели типа АП-50, АЕ, АЗ100 и Электрон [5,6]. Они представляют собой устройства с помощью которых вручную осуществляется включение и выключение АД и автоматически - отключение АД от сети при возникновении в нем или силовом кабеле КЗ. В этих устройствах для автоматического отключения АД от сети при КЗ используются электромагнитные расцепители.

Электромагнитный расцепитель представляет собой небольшую катушку индуктивности с ферромагнитным сердечником, который втягивается в нее под действием ее электромагнитного поля. При монтаже автоматического выключателя эта катушка включается в разрыв фазного провода. В нормальном режиме работы защищаемого АД по катушке протекает номинальный ток, который создает слабое магнитное поле и ферромагнитный сердечник находится в исходном положении и никак не влияет на работу автоматического выключателя. При КЗ ток в катушке и ее электромагнитное поле значительно возрастают. В результате ферромагнитный сердечник приходит в движение и отключает выключатель [5,6].

Внешний вид автоматического выключателя типа АП-50 со снятой крышкой приведен на рисунке 5,а. Упрощенная конструктивная схема этого автоматического выключателя приведена на рисунке 5,б. В соответствии с ней коммутируемая электрическая цепь присоединяется к выводам Б и В. Автоматический выключатель включается нажатием на кнопку 1 «включить». При этом сочленение рычагов 2 и 3 из нижней «мертвой» точки перемещаются в верхнюю «мертвую» точку и фиксируется в ней под действием держателя 4 и пружины 5, упираясь в якорь 6 электромагнитного расцепителя А. Держатель 4 поворачивается вправо и через пружину 7 прижимает подвижный контакт 8 к неподвижному контакту 9.

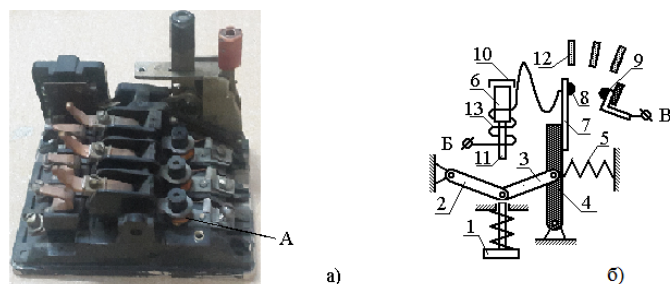


Рисунок 5 – Автоматический выключатель типа АП-50 с электромагнитным расцепителем

Для отключения автоматического выключателя вручную необходимо надавить на кнопку 10 «выключить» соединенную с якорем 6 электромагнитного расцепителя А. Толкатель 11 якоря 6 «опрокидывает» рычаги 2 и 3 в нижнюю «мертвую» точку, а держатель 4 под действием пружины 5 возвращает подвижные контакты 8 исходное положение. Возникающая между контактами 8 и 9 дуга гасится дугогасительной камерой 12. При КЗ в цепи по катушке 13 электромагнитного расцепителя А протекает ток короткого замыкания. На его якорь 6 начинает действовать электромагнитная сила. Якорь перемещается и «опрокидывает» рычаги 2 и 3 в нижнюю «мертвую» точку. Контакты 8 и 9 размыкаются и обесточивают защищаемую цепь.

Основными характеристиками для выбора автоматического выключателя являются номинальный ток и кратность тока расцепления, которая регламентируется ГОСТ Р 50345-2010 [5]. Параметры некоторых типов автоматических выключателей приведены в таблице 3.

Для обеспечения надежной защиты от междуфазных КЗ в обмотке статора АД с короткозамкнутым ротором выбирается автоматический выключатель с электромагнитным расцепителем ток, срабатывания которого определяется как

$$I_{н,ав} k_p \geq I_n k_{кшп} k_{отс} . \tag{2}$$

Для автоматических выключателей АЗ120, АЗ130, ЛЗ140, ЛЗ700Б, АВМ и «Электрон» коэффициент отстройки $k_{отс}$ принимается равным 1,8. Для автоматических выключателей типов АЗ110 и АП-50 м $k_{отс} = 2$.

Таблица 3 – Характеристики некоторых автоматических выключатели

Тип автоматического выключателя	Номинальный ток $I_{н,ав}$, А	Кратность тока мгновенного расцепления k_p	Время срабатывание, с
АП-50	1.6, 2.5, 4, 6.3, 10, 16, 25, 40, 50, 63	Тип А - (2-3) I_n	0,02
АЗ100	15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 85, 100	Тип В - (3-5) I_n Тип С - (5-10) I_n	0,025
АЗ712	250, 300, 400, 500, 630	Тип D - (10-20) I_n Тип L - 8 I_n	0.03
АЕ2043М	31.5, 40, 50, 63	Тип Z - 4 I_n	0,04
ВА5731-33	400, 800, 1200	Тип К - 12 I_n	0,05
Э06	250,400,630,800		0,04

Для защиты АД с фазным ротором от междуфазных КЗ в обмотке статора и соединительном кабеле ток срабатывания электромагнитного расцепителя выбирается аналогично.

Магнитным пускателем называется автоматический контактор, который позволяет осуществлять дистанционное управление работой АД [7,8]. Внешний вид некоторых типов магнитных пускателей приведен на рисунке 6. Следует добавить, что наибольшее распространение на территории стран СНГ получили магнитные пускатели типа ПМЛ, ПМА и ПМЕ.

Конструктивно любой магнитный пускатель состоит из корпуса, магнитной системы пускателя, силовых и управляющих контактов. Конструктивные особенности и размеры магнитного пускателя зависят от типа и коммутируемой мощности. Типовая схема размещения элементов в магнитном пускателе серии ПМА приведена на рисунке 7, где 1 – корпус; 2 и 3 – неподвижная и подвижная части магнитопровода магнитной системы пускателя; 4 – катушка с обмоткой, 5 – подвижная рама, 6 – силовые неподвижные контакты; 7 и 8 – подвижные силовые и управляющие контакты; 9 и 10 – возвратные пружины подвижной рамы и контактов.

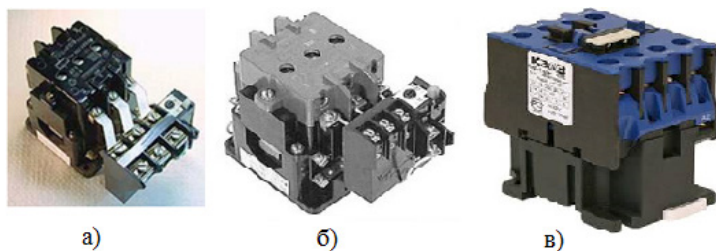


Рисунок – 6 Магнитные пускатели типа ПМЛ, ПМА, ПМЕ

Работа магнитного пускателя заключается в следующем. На катушку 4 подаётся напряжение и под действием электромагнитных сил подвижная часть 3 магнитопровода магнитной системы притягивается к его неподвижной части 2. В месте с ней перемещается подвижная рама 5 и преодолевая усилие возвратных пружин 9 силовые подвижные контакты 7 и управляющие контакты с помощью пружин 10 прижимаются к неподвижным контактам 6. Происходит подключение АД к сети. Отключения АД осуществляется путем обесточивания катушки 4.

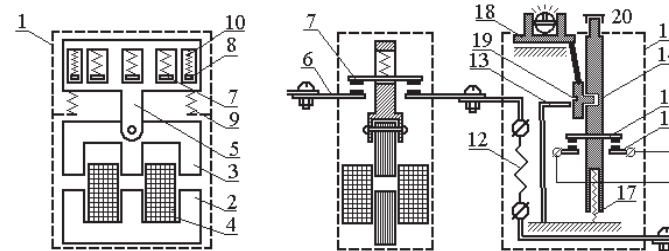


Рисунок 7 – Типовая схема размещения элементов в магнитном пускателе типа ПМА

Типовая схема управления магнитным пускателем приведена на рисунке 8, КМ, КМ1 и КМ2 – катушка, блок - контакт и силовые контакты магнитного пускателя; КТ1 и КТ2 – тепловые реле. Из рисунков 7 и 8 видно, что защита АД от перегрева осуществляется тепловыми реле КТ1 и КТ2 в комплекте с магнитным пускателем КМ, а их контакты помещаются в разрыв управляющей цепи этого пускателя.

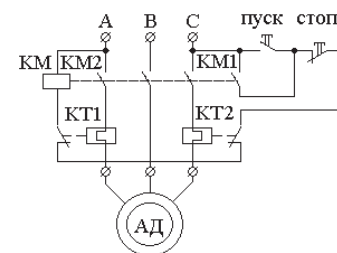


Рисунок 8 – принципиальная схема магнитного пускателя.

Схема размещения элементов в тепловом реле типа ТРН приведена на рисунке 7, где 11 – корпус; 12 – сменный тепловой элемент; 13 – биметаллическая пластина; 14 – подвижная рама; 15 и 16 – неподвижные и подвижные контакты реле; 17 – нажимная пружина; 18 – механизм плавной регулировки порога срабатывания теплового реле; 19 – подвижный элемент с отверстием механизма 18 для фиксации подвижной рамы в исходном положении; 20 – кнопка возврата.

Работают такие тепловые реле следующим образом. В режиме номинальной нагрузки ток, протекая по теплому элементу 12, выделяет недостаточно тепла и изгиб биметаллической пластины 13 мал. В таком состоянии теплового реле подвижная рама 14 находится в нижнем положении

и удерживается в нем Г – образным зацепом биметаллической пластины 13, который помещается в отверстие 19. раму 14 в этом положении. При этом подвижные контакты 16 оказываются прижатыми к неподвижным контактам 15, а цепь управления магнитным пускателем замкнута.

При увеличении нагрузки выше номинальной нагрев биметаллической пластины 15 возрастает. Происходит ее изгиб влево и выход ее Г - образного зацепа из отверстия 19. В результате под действием пружины 17 подвижная рама 14 с контактами 16 перемещается в верхнее положение и размыкает управляющую цепь выключателя. АД отключается от сети.

Следует добавить, что плавная регулировка порога срабатывания тепловых реле КТ1 и КТ2 производится с помощью механизма 18 за счет перемещения подвижного элемента 19. Контроль срабатывания теплового реле осуществляется по положению выступающей части кнопки 20 возврата, а возврат теплового ре в исходное положение – путем нажатия на эту кнопку. При этом возврат возможен только после охлаждения АД до номинальной температуры.

Самыми распространенными можно считать тепловые реле типа ТРН, РТЛ и РТТ. Реле серии ТРН выполняют с температурной компенсацией, так как они предназначены для защиты электроустановок от перегрева при длительных режимах работы. Практически все реле предназначены для работы в сетях переменного тока частоты с напряжением до 380 В [10].

Ступенчатая регулировка тока срабатывания теплового реле осуществляется за счет смены теплового элемента. В соответствии с [7, 8] тепловые элементы реле ТРН изготавливаются на номинальные токи I_n равные 0,5А 0,63А 0,8А 1,0А 1,25А 1,6А 2А, 2,5А 3,2А 4А 5А 6,3А 8А 10А 12,5А 16А 20А 25А 32А и 40А.

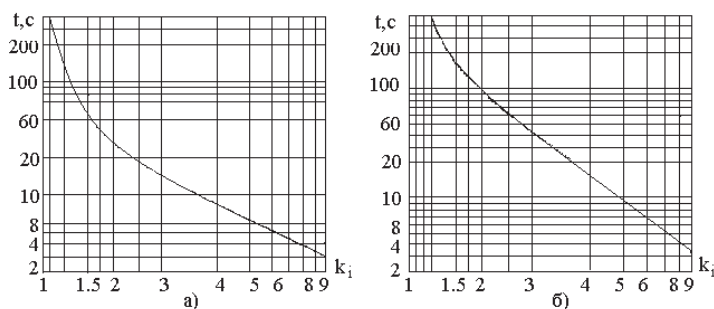


Рисунок 9 – Защитные характеристики тепловых реле ТРН

Плавная регулировка тока срабатывания теплового реле осуществляется с помощью механизма плавной регулировки. При этом пределы регулировки

номинального тока при крайних положениях регулятора ТРН приблизительно составляют $(0,75-1,3)I_n$.

Защитные характеристики тепловых реле ТРН-10 и ТРН-60 приведены на рисунке 9,а и 9,б в виде зависимости время срабатывания t, c от коэффициента перегрузки по току k_i .

Для защиты от перегрева в автоматических выключателях также используют тепловые расцепители. Внешний вид и упрощенная схема теплового расцепителя автоматического выключателя показаны на рисунках 10,а и 10,б. Контакты 1 силовой цепи автоматического выключателя замыкают вручную соответствующей кнопкой или рукояткой и возвращаются в исходное положение возвратной пружины 2. В замкнутом положении они удерживаются защелкой 3. Основой теплового расцепителя является биметаллическая пластина 4 из двух металлов с различными коэффициентами удлинения. Ток, проходящий по нагревателю 5, приводит к изгибу этой пластины. Усилие от биметаллической пластины 4 через штифт 6 и приводной рычаг 7 передается на рычаг защелки 8.

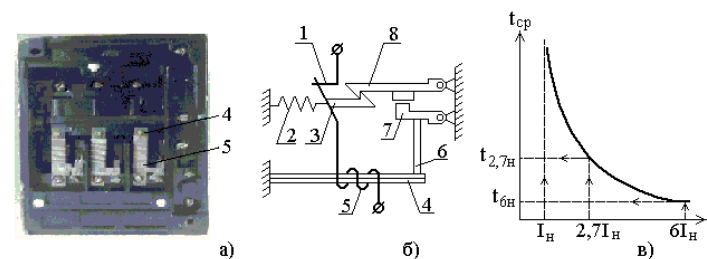


Рисунок 10 – Автоматический выключатель с тепловым расцепителем

Если проходящий по силовой цепи 1 и нагревателю 5 ток меньше I_{cp} , то биметаллическая пластина 4 нагревается слабо и изгиб ее недостаточен для того, чтобы передать усилие на рычаг защелку 8, где I_{cp} – ток срабатывания теплового элемента. Если ток в силовой цепи 1 и нагревателе 5 превысит I_{cp} , то правый конец биметаллической пластины 4 изогнется настолько, что штифт 6 приведет в действие приводной рычаг 7 и поднимет рычаг защелки 8. В результате под действием пружины 2 разомкнутся контакты 1 силовой цепи и АД будет отключен от сети.

Как известно [6,7] время отключения теплового расцепителя зависит от величины тока перегрузки. Один из видов такой зависимости приведен на рисунке 10,в. Из этого рисунка видно, что чем больше перегрузка, тем быстрее срабатывает тепловой расцепитель. С учетом того, что автоматический выключатель не должен срабатывать при пусках и

самозапусках АД, а также с условием длительности пуска 2–7 секунд ток срабатывание определяется как

$$I_{ср} \geq I_H k_{отс} = (1,25 - 1,4)I_H. \quad (3)$$

Для автоматических выключателей А3100, А3700, АП-50 с тепловым и комбинированным расцепителем коэффициент отстройки принимают равным $k_{отс} = 1,25$. Если пуск АД превышает 20 секунд, то ток срабатывание выбирается как

$$I_{ср} \geq (1,4 - 1,7)I_H \quad (4)$$

Таблица 4 – Характеристики автоматических выключателя.

Тип выключателя	Номинальный ток, А	Порог тока срабатывания теплового расцепителя, А
АП50Б 3Т	50	1.6, 2.5, 4, 6.3, 10, 16, 25, 40, 50, 63
А3114	100	15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 85, 100
А3712Б	630	250, 300, 400, 500, 630
АЕ2043Т	31.5, 40, 50, 63	31.5, 40, 50, 63
ВА5731-33	1200	400, 800, 1200
Э06	250,400,630,800	250,400,630,800

ВЫВОДЫ

1 Анализ повреждаемости асинхронных двигателей в сельскохозяйственном производстве показал, что 90–95 % их отказов приходится на повреждение обмотки статора. А примерно 58 % и 32–37 % отказов обмотки статора происходит из-за ее обугливания в результате перегрева и виткового замыкания.

2 Защита асинхронного двигателя сельскохозяйственного назначения от перегрева осуществляется тепловым реле магнитного пускателя или тепловым расцепителем автоматического выключателя. Работа этих защит не всегда адекватно реагирует на от перегрева обмотки статора из-за того, что ее работа основана на измерении тока АД.

3 Защита асинхронного двигателя сельскохозяйственного назначения от коротких замыканий осуществляется с помощью плавкого предохранителя или электромагнитного расцепителя автоматического выключателя, которые обладают низкой чувствительностью к коротким замыканиям в обмотке статора, так как их приходится отстраивать от токов в режиме пуска.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы шестого и седьмого изданий с изменениями и дополнениями по состоянию на 1 января 2013 г. – М. : КНОРУС, 2013. – 488 с.

2 **Намитков, К. К., Хмельницкий, Р. С., Анисеев, К. Н.** Плавкие предохранители. – М. : Энергия, 1979. – 176 с.

3 **Федосеев, А. М.** Релейная защита электрических систем. –М. : Энергия, 1976. – 559 с.

4 **Соловьев, А. Л.,** Защита электрических двигателей напряжением 0,4 кВ. – М. : НТФ «Энергопроцес», 2007. – 96 с.; [Библиотека электротехника, приложение к журналу энергетик; Вып 3 (99)].

5 Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 50345-2010 (МЭК 60898-1:2003) Аппаратура малогабаритная электрическая. Автоматические выключатели для защиты от сверхтоков бытового и аналогичного назначения. Часть 1. Автоматические выключатели для переменного тока. Введен в действие с 01.01.2012.

6 **Сагирова, И. С., Жданова, С. А., Давыдова, Т. Н., Калинкина, Н. А., Чернякова, Л. Е., Галтеева, Е. Ф., Елисева, Р. А.** Автоматические выключатели общего применения до 630 А. Справочник. – М. : Информэлектро, 1996. – 184 с.

7 **Новодворец, Л. А.** Настройка и регулировка магнитных пускателей переменного тока. – М. : Энергия, 1974. – 88 с.

8 **Земин, Е. Н.** Защита асинхронных двигателей напряжением до 500 В. М-Л: Госэнергоиздат, 1962. – 52 с.

Материал поступил в редакцию 01.06.18.

А. Н. Новожилов¹, Т. А. Новожилов², Г. Ж. Асаинов³

Ауылшаруашылыққа арналған электр қозғалтқыштарының қорғанысы

^{1,3}С. Торайғыров атындағы

Павлодар мемлекеттік университеті,
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы;

²Омбы мемлекеттік техникалық университеті,
Омбы қ., 644050, Ресей Федерациясы.

Материал 01.06.18 баспаға түсті.

Protection of electric motors of agricultural purpose^{1,3}S. Toraighyrov Pavlodar State University,
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan;²Omsk State Technical University,
Omsk, 644050, Russian Federation.

Material received on 01.06.18.

Ауылиаруашылыққа арналған асинхронды қозғалтқыштардың зақымданудың туралы талдау жасалды. Асинхронды қозғалтқыштың зақымдануының негізгі себебі статордың орауын бүлінуі екенін анықталды. Статордың орауының бүлінуіне негізгі себеп болып оның қызып кету және орамның өз ара тұйықталуы. Қазіргі кезде статордың қызуынан жылулық реле магниттік іске қосқыш құрамындағы және автоматтық ажыратқыштың жылулық ағытқышы екенін анықталды. Олар асинхронды қозғалтқыштың температурасының жоғарлағандағы тоқын өлшеу арқылы жұмыс істейді. Деген мен қазіргі таңда орамның өз ара тұйықталуынан арнайы құрылғылар жоқ, бірақ статор орауының қысқа тұйықталу кезінде қорғатын құрылғылар бар. Олар балқығыш сақтандырғыштар және автоматты ажыратқыш құрамындағы электромагниттік ағытқыш. Олардың жұмыс істеуі статордың орауында қысқа тұйықталу кезіндегі максималды тоқты өлшеуіне негізделген.

An analysis is made of the damages of asynchronous motors for agricultural purposes. It was found out that the main cause of damage to the induction motor is the stator winding. At the same time, the main causes of the output of the stator winding are overheating and a steric closure. It has also been found out that for the protection against overheating at present a thermal relay is used in the magnetic starter by the thermal release of the circuit-breaker. They work to measure the current when the temperature of the stator winding increases with time delay. At the same time, there is no special protection against the stuck winding in the stator winding, and there are short-circuit protections such as fuses and an electromagnetic trip of the circuit breaker which are tuned to maximize the permissible current it is in the stator winding.

И. Б. Нурмухаметовамагистрант, гр. МТЭ-24п, Энергетический факультет, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан
e-mail: ilnura-92@mail.ru**ТВЁРДЫЕ БЫТОВЫЕ ОТХОДЫ
И ИХ УТИЛИЗАЦИЯ В РК**

В статье рассматриваются проблемы размещения отходов в крупных городах, которая вышла на первое место по своей значимости среди экологических проблем. Приведены шесть основных периодов в динамике генерации твердых бытовых отходов. Также отмечается что сложившаяся в Казахстане система обезвреживания ТБО основана на захоронении подавляющего большинства отходов (около 98 %) на полигонах и неорганизованных свалках. Существующие полигоны в настоящее время не приспособлены для переработки отходов. Более того, согласно санитарным нормам, действующим в РК в отношении полигонов, переработка отходов на полигонах запрещена. Казахстанцы практически не готовы к введению практики отдельного сбора мусора. Об этом свидетельствует «печальный» опыт ряда регионов, осуществлявших пилотные проекты по отдельному сбору мусора. В статье также выявлены пути решения утилизации отходов, которые являются основным способом обращения с ТБО в настоящее время.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, загрязнение окружающей среды, утилизация отходов.

ВВЕДЕНИЕ

В РК отсутствует развитая и современная инфраструктура их переработки и утилизации. Практически все образующиеся отходы без переработки размещаются на свалках, многие из которых не соответствуют санитарным, гигиеническим и экологическим требованиям по размещению, обустройству и эксплуатации таких специализированных объектов.

Одной из актуальных проблем состояния окружающей среды является проблема сбора, обезвреживания, захоронения и переработки промышленных отходов. Решение проблемы утилизации и рационального использования ТБО с целью обеспечения жизнедеятельности населения продуктивной окружающей природной средой (ОПС) возможно за счет:

1) разработки и внедрения комплексной и рациональной системы обращения с отходами;

2) выбора высокопроизводительной, энергоресурсосберегающей и экономически выгодной технологии эксплуатации объектов и технических средств по утилизации ТБО;

3) соответствия принимаемых мер по утилизации ТБО повышенным требованиям экологической безопасности ОПС.

Полигоны ТБО, в подавляющем большинстве остаются технологически и технически несовершенными, непроизводительными, экологически небезопасными, убыточными и необеспеченными в правовом отношении. Главный недостаток мусоросжигательных заводов – трудность очистки выходящих в атмосферу газов от вредных примесей, особенно от диоксинов и оксидов азота. На мусоросжигательных заводах используется одноступенчатая схема очистки газов, что не позволяет реализовать их полную очистку и может вызвать загрязнение воздушного бассейна.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Отходы потребления появляются в результате деятельности человека (населения): отходы уборки и ремонта квартир и офисов; отопления; предметы домашнего обихода, дворовой мусор; использованная упаковка и тара; остатки изделий и продуктов и многие другие предметы, утратившие свои свойства.

Удаление ТБО обеспечивает санитарную очистку городов и поселков и создает необходимые санитарно-экологические условия их существования.

Общеизвестно, что свалки ТБО представляют собой источники загрязнения ОПС, способствуя распространению опасных отравлений и эпидемий. Актуальность данной проблемы растет из года в год, принимая во внимание тот факт, что темпы возрастания коммунально-бытовых отходов в городах в 10 раз выше темпа роста населения Земли [1].

По образному выражению некоторых политиков, ТБО – это чума современной цивилизации. Сложившаяся в среде обитания человека ситуация в области образования, утилизации, обезвреживания, хранения и захоронения отходов ведет к опасному загрязнению ОПС, нерациональному использованию ресурсов, значительному экономическому ущербу и представляет реальную угрозу здоровью современных и будущих поколений страны. Кроме опасности, есть и другая - полезная с точки зрения экономики – сторона ТБО: они являются источником ценного сырья. Строго говоря, ТБО – это еще и выведенные из хозяйственного оборота и безвозвратно теряемые, попросту выбрасываемые ресурсы (металлы, древесина, пластмасса, бумага, текстиль), многими видами которых страна практически уже не располагает.

Извлечение ценных компонентов позволяет положительным образом влиять на состояние ОПС, получать прибыль, и тем самым компенсировать, потери при обеспечении экологической безопасности полигонов ТБО и прилегающих территорий.

Проблема размещения отходов в крупных городах вышла на первое место по своей значимости среди экологических проблем.

В динамике генерации ТБО можно выделить шесть основных периодов. Первый период характеризуется отсутствием представлений о проблеме обезвреживания отходов. ТБО рассасываются сами по себе, без каких-либо писанных правил.

С 1930 по 1960 годы основным методом обезвреживания ТБО является сброс на открытых свалках. Регламентация процесса отсутствует. Однако в это время создается АКХ им. Памфилова. Отходы начинают рассматриваться как источник санитарной и эпидемиологической опасности. Разрабатываются первые нормативные документы, регламентирующие процесс санитарной очистки селитебных территорий от ТБО [2].

Первый период характеризуется отсутствием представлений о проблеме обезвреживания отходов. ТБО рассасываются сами по себе, без каких-либо писанных правил.

С 1930 по 1960 годы основным методом обезвреживания ТБО является сброс на открытых свалках. Регламентация процесса отсутствует. Однако в это время создается АКХ им. Памфилова. Отходы начинают рассматриваться как источник санитарной и эпидемиологической опасности. Разрабатываются первые нормативные документы, регламентирующие процесс санитарной очистки селитебных территорий от ТБО.

С 1960 по 1975 год в связи с резким увеличением объемов образования ТБО проблема их обезвреживания привлекает научное внимание. Разрабатываются методы индустриальной переработки отходов. Строятся первые мусороперерабатывающие заводы. Вводится термин полигон ТБО вместо склад или свалка. Полигоны становятся объектами технического проектирования и технологической регламентации. В 1973 году выходит первая инструкция по их проектированию и эксплуатации.

На протяжении пятого периода (1975–1990) осуществляется строительство ряда новых мусороперерабатывающих и мусоросжигательных заводов. Углубляются научные знания о процессах, протекающих в захоронениях ТБО, и обусловленных ими экологических угрозах. Реальная негативная практика обращения с отходами порождает резко негативное отношение к полигонам ТБО. Захоронение становится методом изгоем, начинает доминировать и окончательно утверждается парадигма индустриальной переработки отходов. Полигоны

воспринимаются как неизбежное, временное зло, захоронение как метод, получает статус изгоя.

Шестой период охватывает последние годы. Это время широкого доступа к мировому опыту в области обращения с отходами. В профессиональной среде формируется понимание катастрофических последствий неправильного обращения с ТБО. Экономический фактор становится определяющим. Новые единичные индустриальные объекты строятся только в отдельных наиболее богатых городах РК. Сегодня становится очевидным, что технология санитарного захоронения ТБО должна будет доминировать в структуре методов обезвреживания отходов, в силу, прежде всего, экономических причин еще не одно десятилетие [3].

Анализ истории развития менеджмента отходов показывает, что текущее состояние данной отрасли коммунального хозяйства соответствует вроейскому уровню 60–70 годов. Используя опыт развитых стран, можно утверждать, что магистральное направление развития данной сферы должно быть связано с оздоровлением практики захоронения отходов. Выход из экологического кризиса прошлого века в Европе был отмечен, в частности, переходом от открытых свалок к санитарному захоронению ТБО.

Представляется, что проведение системной политики, создающей экономические предпосылки для применения и развития технологии захоронения ТБО, в сочетании с усовершенствованием, расширением нормативно-технической и правовой базы является первостепенной задачей на этом пути. Абсолютно приоритетным следует считать также организацию реального, а не фиктивного контроля над соблюдением, хотя бы действующих экологических и технологических норм в сфере строительства и эксплуатации полигонов ТБО [4].

По самым оптимистичным прогнозам в ближайшие 30–50 лет захоронение бытовых и промышленных отходов на полигонах будет являться основным методом конечной стадии обращения с отходами. Об этом может свидетельствовать опыт многих экономически развитых стран, где при высоком уровне технологических разработок и значительных финансовых инвестициях в данную область, складирование отходов до сих пор является если не основным, то одним из основных методов управления отходами. Исходя из этого, проблема складирования отходов на полигонах еще долгое время будет оставаться актуальной [5].

В РК отсутствует государственная система управления отходами, включающая мониторинг, хранение, переработку и утилизацию промышленных и бытовых отходов.

Существующая нормативно-правовая база не раскрывает всех механизмов осуществления основных мероприятий по обращению с ТБО.

Не развиты стимулирование населения в уменьшении объемов отходов и экономическая поддержка переработчиков ТБО. Отсутствуют перспективные технологии и технические средства для обращения с ТБО. Не эффективна существующая система коммунального обслуживания населения, парк машин в большинстве регионов изношен. Низка информированность граждан в вопросах обращения с ТБО.

Существующая практика удаления отходов сводится к тому, что на контейнерных площадках вблизи домов осуществляется складирование отходов. Затем складированный мусор загружается в специально оборудованные машины и вывозится специализированными организациями на свалки/ полигон.

Определение массы или объема образования ТБО используются специально разработанные нормы накопления отходов. Однако, в подавляющем большинстве регионов нормы накопления ТБО не пересматривались с 1991 года.

Объем отходов в РК ежегодно растет. За последние 15 лет объем отходов образуемых в РК увеличился в 2,5 раза. В целом, ежегодное увеличение образуемых отходов составляет примерно 10 %. Конкурентную среду рынка отходов можно охарактеризовать как слаборазвитую. Единственным развитым направлением в РК является сбор и вывоз ТБО. Рынок сортировки и переработки отходов, как впрочем и рынок утилизации отходов, в большинстве регионов РК не развит.

Сортировка отходов имеет место в подавляющем большинстве средних и крупных предприятий. Чаще всего сортируются бумажные отходы. На предприятиях, занимающихся производством напитков, ведется сортировка, как бумажных отходов, так и стекла. Предприятия пищевой промышленности сортируют только пищевые отходы. В подавляющем большинстве случаев, сырье сдается на платной основе.

Сложившаяся в Казахстане система обезвреживания ТБО основана на захоронении подавляющего большинства отходов (около 98 %) на полигонах и неорганизованных свалках. Существующие полигоны в настоящее время не приспособлены для переработки отходов. Более того, согласно санитарным нормам, действующим в РК в отношении полигонов, переработка отходов на полигонах запрещена. Казахстанцы практически не готовы к введению практики раздельного сбора мусора. Об этом свидетельствует «печальный» опыт ряда регионов, осуществлявших пилотные проекты по раздельному сбору мусора.

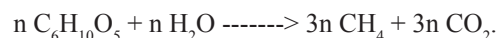
Внедрению системы раздельного мусора населением также препятствует отсутствие специально отведенных мест в квартирах (домах) для хранения сортированного мусора и отсутствие автопарка, рассчитанного на вывоз отсортированного мусора.

На сегодняшний день доля сбора и переработки отходов в Казахстане составляет менее 5 % от общего объема образования. По данным отчета Министерства энергетики в Казахстане общий объем накопленных ТБО составляет около 100 млн. тонн, при этом ежегодно образуется порядка 5–6 млн. тонн ТБО. К 2025 году эта цифра может вырасти до 8 млн. тонн. Исходя из усредненного морфологического состава, количество вторичных материальных ресурсов, содержащихся в ТБО, составляет порядка 500 тыс. тонн бумаги и картона, 300 тыс. тонн стекла, 200 тыс. тонн металлов, 500 тыс. тонн пластмасс. Это в свою очередь является потенциальным сырьем для развивающейся отрасли переработки отходов [2].

С другой стороны, хранение мусора в течение многих недель помимо нарушения санитарно-гигиенических условий для окружающих, приводит к появлению взрывоопасного свалочного газа (СГ).

В условиях хранения быстро формируются анаэробные условия, в которых протекает биоконверсия органического вещества (ОВ) с участием метаногенного сообщества микроорганизмов. В результате этого процесса образуется биогаз или, так называемый, свалочный газ, макрокомпонентами которого являются метан (CH₄) и диоксид углерода (CO₂).

Можно утверждать, что в среднем газогенерация заканчивается в свалочном теле в течение 10–50 лет, при этом удельный выход газа составляет 120–400 м³ на тонну ТБО. Стехиометрия процесса газообразования может быть описана следующим упрощенным уравнением реакции:



Как правило, в составе органического вещества выделяют быстро-, средне- и медленно разлагаемые материалы. Они существенно различаются по своим физико-химическим свойствам и сроком биологического распада. Так, например, разложение «быстрых» фракций завершается в течение 2–4 лет, в то время как биоконверсия «медленных» – протекает в течение десятилетий.

В Европе строгость законодательства по этому вопросу обусловлена в первую очередь ограниченностью земельных ресурсов. Высокая плотность населения, проживающего на сравнительно небольших территориях, заставляет искать пути как можно более полной переработки продуктов жизнедеятельности. Поэтому Европейский союз выделяет огромные целевые средства на создание перерабатывающих комплексов. Если рассматривать проблему утилизации отходов в таком разрезе, Казахстан обладает уникальными преимуществами – широкие просторы, на которых достаточно свободно проживают 17 млн. человек. В силу целого ряда причин социального

и экономического характера, у нас крайне низкий уровень экологической культуры, поэтому в Казахстане преобладает иной концептуальный подход к утилизации – складирование отходов на полигонах.

Это самый малозатратный способ, который на современном этапе вполне устраивает и власти, и большую часть населения.

Ежегодно у каждого городского жителя образуется 1,3–2,2 кубометров ТБО. ТБО – смесь органических и неорганических компонентов сложного состава (черные и цветные металлы, макулатура, текстильные компоненты, стеклбой, керамика, пластмасса, пищевые и растительные отходы, камни, кости, кожа, резина, дерево, уличный смет и пр.), многие из которых, в частности металлы и различные виды упаковки, попадают в отходы после разового использования [6].

Сезонные изменения состава ТБО характеризуются увеличением содержания пищевых отходов с 20–25 % весной, до 40–55 % осенью, что связано с большим употреблением овощей и фруктов в рационе питания. Зимой и осенью сокращается содержание мелкого отсева с 20 % до 7 % в городах южной зоны, и с 11 % до 5 % – в средней зоне.

Пищевые отходы во всех отвалах являются разложившимися. Бумага и тряпье в зависимости от давности отвалов бывают не разложившимися (молодые), слабо разложившимися (до 3 лет), среднеразложившимися (10 лет).

Состав ТБО жилого фонда и предприятий торговли резко различается, что важно с точки зрения возможности и целесообразности раздельного сбора утильных фракций ТБО.

Опыт показывает, что с течением времени состав ТБО несколько меняется; в последние годы увеличивается содержание бумаги и особенно полимерных материалов. Изменяется состав пищевых отходов в крупных городах, что связано с изменением качества продуктов питания.

Значительно выросло содержание в ТБО цветных металлов за счет появления алюминиевых банок из-под пива и воды. После 1992 года резко выросло содержание пластмассовых упаковочных материалов, в том числе 1,5–2-х литровых пластмассовых бутылок из-под воды. При этом общее соотношение содержания легкоразлагаемой органики (пищевых отходов) к общей массе ТБО практически не изменилось.

Твердые бытовые отходы от населения составляют до 35 % всех отходов, образующихся в городе. Полигоны ТБО аккумулируют большое количество отходов, содержащих кроме соединений, инертных в биологическом отношении, санитарно и токсически опасные вещества, которые выступают в роли катализаторов или ингибиторов биохимических процессов деструкции отходов [7].

Часть городских отходов является остро токсичной, среди них красители, пестициды, ртуть и ее соединения, растворители, свинец и его соли, лекарства, кадмий, мышьяковые соединения, формальдегид, соли талия и др.

По характеру загрязнения ОПС отходы подразделяются:

- не выделяющие загрязнений при механических, физических или химических воздействиях, а также под влиянием осадков;
- выделяющие загрязнения при механических, физических или химических воздействиях, но не под влиянием осадков;
- выделяющие загрязнения только под воздействием осадков. Состав и объем бытовых отходов чрезвычайно разнообразны и зависят не только от страны и местности, но и от времени года и от многих других факторов. На рисунке 1 показано распределение отходов по категориям в различных странах.

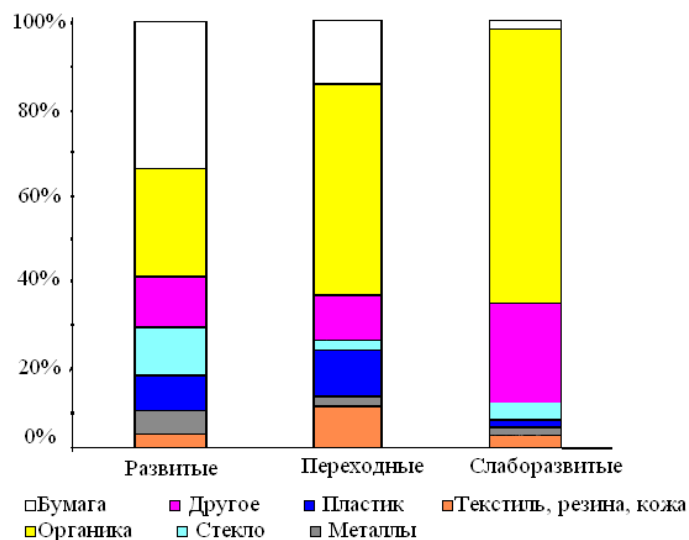


Рисунок 1 – Распределение отходов по категориям в различных странах

Общий объем накопленных промышленных отходов в Казахстане составляет более 28 млн. тонн. По отчетным данным за 2015 год объем образованных промышленных отходов по республике составляет 982211,796 тыс. тонн, из них утилизировано 227062,422 тыс. тонн, что составило 23,12 %.

Общий объем накопленных ТБО в Казахстане составляет порядка 100 млн. тонн, при этом ежегодно образуется порядка 5–6 млн. тонн ТБО. По отчетным данным за 2015 год объем образованных ТБО по республике составил 5467,254 тыс. тонн, из них утилизировано 99,669 тыс. тонн, что составило 1,8 %, остальной объем размещается на полигонах.

По отчетным данным за 2015 года в республике насчитывается более 4049 полигонов и свалок ТБО. Из них узаконенных полигонов и свалок – 459. При этом большинство полигонов исчерпали свой срок действия, требуются их рекультивация, а также строительство новых соответствующих действующим нормам и требованиям полигонов.

Таблица 1 – Образование опасных отходов по видам экономической деятельности

№	Наименование	Единица	Годы		
			2013	2014	2015
	Всего опасных отходов: из них	тыс т / год	382214,3	337414,7	251 565,7
1	Сельское хозяйство, лесоводство и рыболовство	тыс т/год	1146,8	1049,5	1110,8
2	Горнодобывающая промышленность и разработка карьеров	тыс т/год	128518,8	80867,0	40200,0
3	Обрабатывающая промышленность	тыс т/год	19402,5	44918,2	16929,4
4	Снабжение электричеством, газом, паром	тыс т/год	28832,8	18844,3	7942,8
5	Строительство	тыс т/год	667,6	747,4	625,6
6	Другие виды экономической деятельности	тыс т/год	203645,8	190988,3	184756,9

Наличием огромных количеств исторических промышленных отходов, в том числе техногенных минеральных образований. За период Советских индустриальных пятилеток накоплены значительные объемы отходов тяжелой промышленности, аграрного комплекса и разработки полезных ископаемых. При этом значительная часть этих отходов весьма токсична, и имеет высокий уровень радиоактивного загрязнения.

Большинство промышленных предприятий имеют собственные объекты для размещения отходов (полигоны, шламонакопители, золоотвалы). Предприятия, не имеющие собственных объектов размещения отходов, передают их специализированным организациям, осуществляющим переработку и размещение. На сегодня функционируют более 200 организаций, специализирующихся на сборе, переработке и размещению отдельных видов отходов.

Основными «поставщиками» макулатуры являются предприятия пищевой промышленности, типографии, предприятия торговли и общественного питания. На их долю приходится около 70 % от всего объема перерабатываемой макулатуры. Около 30 % макулатуры импортируется. Доля макулатуры, собираемой от населения, невелика – 2 %

Сложившаяся в Казахстане система обезвреживания ТБО основана на захоронении подавляющего большинства отходов (около 98 %) на полигонах и неорганизованных свалках.

Существующие полигоны в настоящее время не приспособлены для переработки отходов. Более того, согласно санитарным нормам, действующим в РК в отношении полигонов, переработка отходов на полигонах запрещена.

В настоящее время в мире основными способами обращения с ТБО являются их термическое уничтожение (сжигание), захоронение на специальных полигонах, компостирование (получение удобрений) и переработка.

ВЫВОДЫ

Как наиболее технически и экономически целесообразный из термических процессов в настоящее время используется процесс сжигания при температурах 850–1000 °С [21]. Сжигание ТБО широко распространено в европейских странах, и утверждения некоторых авторов о всеобщем закрытии мусоросжигающих предприятий в Европе не соответствует действительности.

Разработаны режимы сжигания ТБО, содержащие хлорорганику, позволяющие исключить возможность образования диоксинов и дибензофуранов. Сжигать ТБО надо при температуре, не превышающей 850 °С, дымовые газы должны выдерживаться при этой температуре и должны быть подвергнуты специальному режиму охлаждения, при котором исключается возможность реакций синтеза диоксинов.

Важнейшими брикетирующими характеристиками любого материала являются прочность, плотность, аутогезионные (адгезионные и когезионные) свойства, форма частиц и их крупность, а также минералогический (химический) состав.

Состав твёрдых бытовых отходов постоянно изменяется. В таблице 2 приведён примерный состав.

Таблица 2 – Состав отходов [7]

Компонент ТБО	Доля от общей массы
Бумага, картон	21,4 – 50,0
Пищевые отходы	23,5 – 31,0
Ветки, листья	1,6 – 4,1
Черные металлы	1,2 – 4,9
Цветные металлы	0,5 – 0,6
Кожа, резина	1,1 – 1,6
Текстиль	1,7 – 5,0
Стекло	4,4 – 13,2
Камни, керамика	0,9 – 1,5
Пластмасса	4,9 – 10,6
Продукты отсева менее 16 мм	4,5 – 18,4

Плотность отходов составляет от 200 до 300 кг/м³ [2].

Расчетное количество бытовых отходов (по СНиП II-60-75) следует принимать на 1 человека в год, твердых: для жилых зданий, оборудованных водопроводом, канализацией, центральным отоплением и газом, – 190 кг; для прочих жилых зданий – до 300 кг (с учетом общественных зданий)[2].

Для города Павлодара это количество примерно составит:

$$400000 \cdot 190 = 76000000 \text{ кг/год}$$

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Экологический мониторинг и управление природными ресурсами [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.ecoline.ru> (дата обращения 01.05.2017)

2 Отчёт по маркетинговому исследованию в отрасли по коду ОКЭД 38.11 «Сбор неопасных отходов». – Алматы, 2011. – 115 с.

3 Характеристика бытовых отходов и их накопление [Электронный ресурс]. – URL: <http://portal.agun.kz/e-books/content/7YG4INbNEk7bviLEIU6b/pages/1.1.html>. (дата обращения 03.04.2017).

4 **Бернадинер, М. Н., Шурыгин, А. П.** Огневая переработка и обезвреживание промышленных отходов. – М., Химия, 1990.

5 **Воловик, А. В., Шелков, Е. М., Долгоносова, И. А.** Переработка бытовых и промышленных отходов в высокотемпературной шахтной печи // Экология и промышленность России. – 2001. № 10. – С. 9–12.

6 **Беспамятнов, Г. П., Ботушевская, К. К., Зеленская, Л. А.** Термические методы обезвреживания отходов. – Л., Химия, 1975.

7 **Дмитриев, В. И., Коршунов, Н. Н., Соловьев, Н. И.** Термическое обезвреживание отходов хлорорганических производств // Химическая технология, 1996. – № 5.

8 **Лукашов, В. П., Янковский, А. И.** Переработка и обезвреживание промышленных и бытовых отходов с применением низкотемпературной плазмы. // Муниципальные и промышленные отходы: способы обезвреживания и вторичной переработки - аналитические обзоры. Новосибирск, 1995, серия Экология.

9 Котлы-утилизаторы и котлы энерготехнологические: Каталог продукции. – Энергомаш, 2012. 120 с.

10 **Алексеев, С. В., Багрянцев, Г. И.** Экологические проблемы городов, связанные с необходимостью удаления и переработки твердых отходов // Очистка и обезвреживание дымовых газов из установок, сжигающих отходы и мусор: Сб. науч.-техн. ст. – Новосибирск : Ин-т теплофизики СО РАН, 1999. – С. 11–22.

11 Анализ современного состояния и возможные пути решения проблемы твердых бытовых и техногенных отходов (для условий Великого Новгорода) / Гель В. И., Литвинов В. Ф., Мечев В. В. и др. // Ресурсосберегающие технологии: Экспресс-информация / ВИНТИ. – 2004. – № 1. – С. 26–32.

Материал поступил в редакцию 01.06.18.

И. Б. Нурмухаметова

ҚР-дағы тұрмыстық қатты қалдықтар және оларды кәдеге жарату

Энергетикалық факультеті,

С. Торайғыров атындағы

Павлодар мемлекеттік университеті,

Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.

Материал 01.06.18 баспаға түсті.

I. B. Nurmuhametova

Solid waste and recycling in Kazakhstan

Energy Engineering Faculty,

S. Toraighyrov Pavlodar State University,
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.

Material received on 01.06.18.

Мақалада ірі қалалардағы қалдықтарды кәдеге жарату мәселелері талқыланып, олар қоршаған ортаны қорғау проблемалары үшін маңызды болып табылады. Тұрмыстық қатты қалдықтардың динамикасында алты негізгі кезең келтірілген. Сондай-ақ Қазақстанда қатты қалдықтарды қолданыстағы жүйесі қалдықтар мен ұйымдастырылмаған қоқыстарда қалдықтардың басым көпшілігінің (98 %-ға жуық) иелігіне негізделген. Қолданыстағы полигондар қалдықтарды қайта өңдеуге жараммайды. Сонымен қатар, Қазақстан Республикасында қолданыстағы санитарлық нормаларға сәйкес полигондарға қатысты полигондардағы қалдықтарды өңдеуге тыйым салынады. Қазақстандықтар қоқысты жеке жинау тәжірибесін енгізуге іс жүзінде дайын емес. Мұны қоқыс бөлек жинау бойынша пилоттық жобаларды жүзеге асырған бірқатар өңірлердің «қайғылы» тәжірибесі бар. Сондай-ақ, мақалада қазіргі уақытта қатты қалдықтарды өңдеудің негізгі әдісі болып табылатын қалдықтарды жою әдістерін анықтайды.

The article deals with the problems of waste disposal in large cities, which came in first place in its importance among environmental problems. There are six main periods in the dynamics of generation of municipal solid waste. It is also noted that the existing system of solid waste disposal in Kazakhstan is based on the disposal of the vast majority of waste (about 98 %) at landfills and unorganized landfills. The existing landfills are currently not adapted for recycling. Moreover, according to the sanitary standards in force in the Republic of Kazakhstan in relation to landfills, waste treatment in landfills is prohibited. The people of Kazakhstan are practically not ready to introduce the practice of separate waste collection. This is evidenced by the sad experience of some regions, to carry out pilot projects on separate waste collection. The article also reveals the ways of waste disposal solution, which are the main way of solid waste management at present.

И. А. Пястолова¹, А. А. Тлеуова²

¹к.т.н., доцент, Энергетический факультет, Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, 010000, Республика Казахстан;
²к.т.н., ст. преподаватель, Энергетический факультет, Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, 010000, Республика Казахстан
 e-mail: a.tleuova@mail.ru.

**РАЗВИТИЕ ГЕЛИОЭНЕРГЕТИКИ
В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН**

В статье рассматриваются необходимые условия применения гелио энергетических установок в Республике Казахстан. Ресурсы возобновляемой энергии огромны и доступны каждой стране. Количество солнечной энергии, поступающей на территорию Республики Казахстан за неделю, превышает энергию всех запасов нефти, газа, угля и урана.

Потенциал солнечной энергии и ВИЭ на территории Казахстана оценивается в 1 трлн. кВт•ч в год.

Ключевые слова: Суммарная солнечная радиация, ясные дни, световой день, солнечной сияние, энергия, фотовольтаика.

ВВЕДЕНИЕ

Условия для использования солнечной энергии на территории бывшего СССР наиболее благоприятны в республиках Средней Азии, Казахстане, Нижнем Поволжье, Северном Кавказе и республиках Закавказья, на юге Украины и Сибири, в Молдавии.

Годовое число часов солнечного сияния равно: в Туркмении – 3100, Узбекистане и Таджикистане – 2815–2880, Казахстане и Киргизии – 2575–2695, Армении, Грузии и Азербайджане – 2125–2520, Украине и Молдавии – 2005–2080.

В Средней Азии продолжительность светового дня в июне достигает 16 ч, в декабре – 8–10 ч. Здесь в году 300 солнечных дней, продолжительность солнечного сияния 2500–3100 ч в год, а летом – 320–400 ч в месяц.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Для расчетов гелиоэнергетических установок как для получения тепловой энергии, так и для получения электрической энергии необходимо

знание общего времени поступления этой энергии на горизонтальную и наклонную поверхности, а также распределение ее по отдельным периодам. В данной работе приведены исследования, посвященные этому вопросу для Казахстана.

Методы исследования применялись следующие: анализ первичной информации; экспертные опросы; мониторинг средств массовой информации (СМИ); специализированные базы данных; мониторинг официальной статистики; специальные и отраслевые издания; материалы конференций.

Казахстан расположен в центральной части Евразии. Протяженность его границ составляет 12, 2 тысяч километров, 600 км из которых пролегают по Каспийскому морю. Природные и климатические условия Казахстана в значительной мере определяются его глубоким материковым расположением. Практически половину территории страны занимают пустыни и полупустыни, а четверть территории – степи. Высокогорные области занимают около 10 % территории.

Казахстан занимает огромную площадь и поэтому граничит с регионами, которые сильно отличаются по своим климатическим условиям: с Западно-Сибирской низменностью на севере страны и с Центральной Азией – на юге. Под воздействием холодных и теплых воздушных масс сформировался резко континентальный климат Казахстана, который характеризуется жарким летом, холодными зимами, большими сезонными и суточными перепадами температур, а также неравномерным распределением осадков.

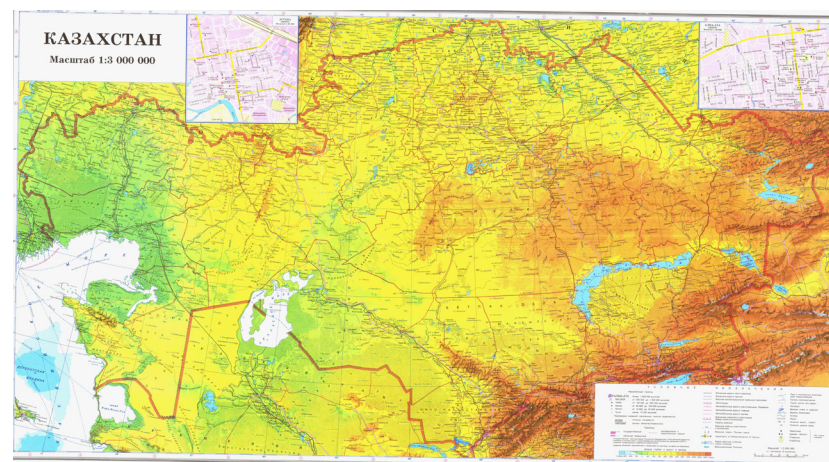


Рисунок 1 – Физическая карта Республики Казахстан

Страна находится в умеренном климатическом поясе. Летом здесь погода днем невыносимо жаркая, в главном без осадков, а зима холодная малоснежная.

Зима в Казахстане начинается в ноябре и заканчивается в апреле, зимний воздух сухой и холодный. В основном стоит ясная морозная погода, иногда морозы до -50°C . зимой при этом могут быть оттепели. В Казахстане весна начинается в середине апреля и заканчивается в мае, погода весной очень неустойчива, ясная погода может смениться резким похолоданием. с разниц температур более 10°C .

Наибольшая продолжительность сияния на юге Казахстана, в тёплое время года там часто не бывает облачность.

Основными источниками тепловой энергии на территории Казахстана являются газ, затем уголь и уран. При продолжении их использования в таких же темпах что будет, если запасов нефти хватит на полвека, природного газа, на лет 70–75, каменного угля на лет 165–170, бурого угля на лет 450–500.

Величина солнечной радиации, поступающей на поверхность Республики Казахстан, зависит не только от географической широты, но и от состояния атмосферы и продолжительности солнечного сияния. Среднегодовая продолжительность солнечного сияния в Казахстане очень большая (2000–3000 часов).

Карта наблюдений солнечного сияния за год в Казахстане представлена на рис. 2. Например, на севере, в Костанае, она равна 2132 часам. Это больше, чем в Москве, находящейся на той же широте, на 400 часов. А на юге, в Кызылорде, этот показатель равен 3062 часам. Такие величины объясняются не только географической широтой Южного Казахстана, но и тем, что в теплое время года отсутствует облачность.

Солнечная радиация связана с закономерностями распространения ясных и пасмурных дней в Казахстане. Установлено, что количество ясных дней в году на севере 120, на юге – 260. Число ясных дней в Казахстане больше, чем на южном берегу Крыма и Черноморском побережье Кавказа. А пасмурных дней на севере 60, на юге, в районе Прибалхашья – около 10 дней. В таблицах 1–3 приведены данные о продолжительности светового дня, солнечного сияния и др. применительно к Северному региону Республики Казахстан.

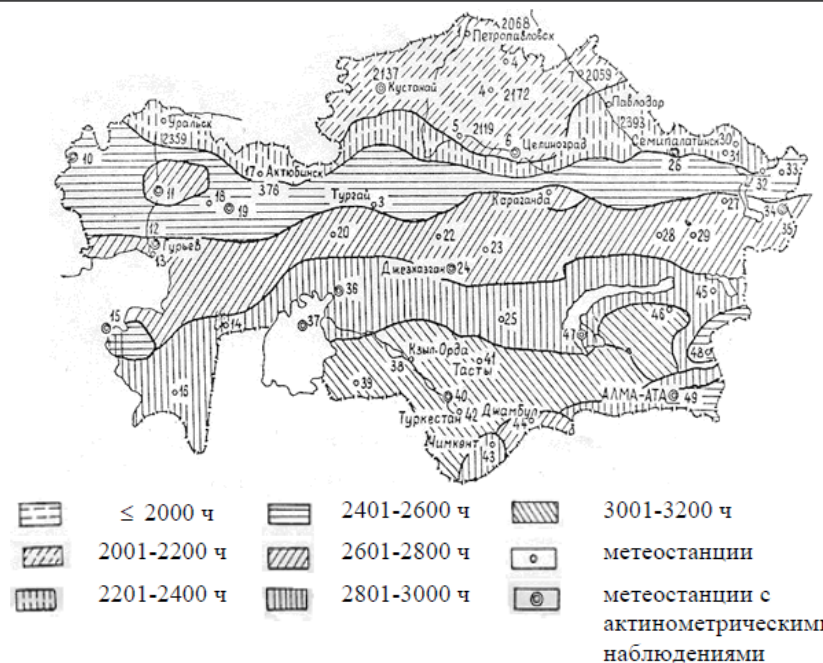


Рисунок 2 – Годовая продолжительность солнечного сияния в Казахстане

Так же изменяется и суммарная радиация. Если она на севере Казахстана равна 100 Дж/м^2 в год, то на юге – 155 Дж/м^2 . Суммарная радиация неравномерно распределяется по временам года. На юге Казахстана величина суммарной радиации составляет в июле $15\text{--}18 \text{ Дж/м}^2$, а в январе – в 4 раза меньше. Зимой суммарная радиация земной поверхностью частично отражается. Белый чистый снег отражает суммарную радиацию на 70–80%. Зимой в связи с небольшим углом падения солнечных лучей, краткостью дня, способностью снежного покрова отражать солнечные лучи величина солнечной радиации уменьшается. Эти данные представлены на рисунке 3 и в таблицах 1–3.

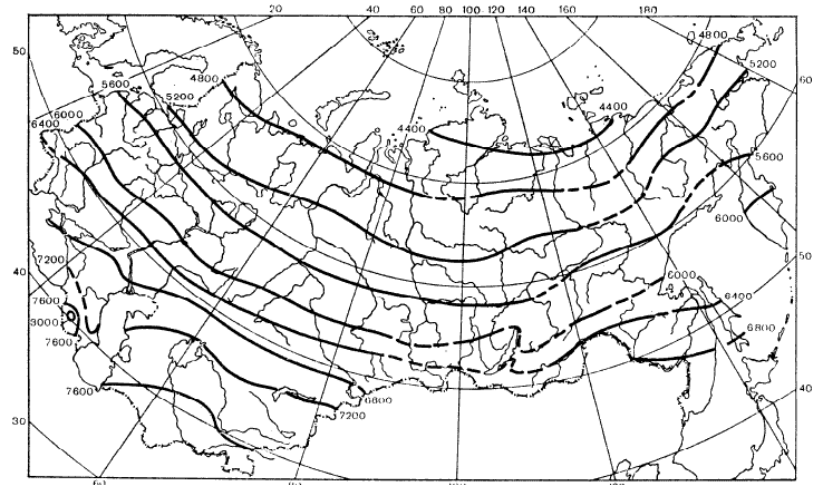


Рисунок 3 – Средняя многолетняя годовая сумма суммарной солнечной при безоблачном небе (МДж/м²)

Таблица 1 – Продолжительность светового дня в Северном регионе РК

Месяц	Широта, град. с.ш.						
	490	500	510	520	530	540	550
Январь	8.5	8.37	8.24	8.07	7.91	7.85	7.57
Февраль	9.92	9,84	9,76	9,68	9,6	9,51	9,4
Март	11.6	11,58	11,57	11,56	11,55	11,54	11,53
Апрель	13.43	13,34	13,54	13,59	13,66	13,73	13,8
Май	15.0	15,15	15,27	15,4	15,53	15,68	15,83
Июнь	15,86	16	16,17	15,4	16,53	16,73	16,92
Июль	15,48	15,64	15,76	16,36	16,07	16,24	16,43
Август	14	14,18	14,27	15,91	14,44	14,54	14,63
Сентябрь	12,3	12,32	12,33	14,35	12,36	12,37	12,38
Октябрь	10,4	10,37	10,37	12,34	10,24	10,17	10,11
Ноябрь	8,88	8,76	8,65	10,31	8,38	8,23	8,07
Декабрь	8	7,93	7,77	8,51	7,41	7,21	7

Таблица 2 – Распределение продолжительности солнечного сияния при средних условиях облачности (часов) в Северном регионе РК

Месяц	Широта, град		
	510	530	540
Январь	84	83	82
Февраль	117	119	122

Март	152	172	192
Апрель	211	230	249
Май	277	284	290
Июнь	306	312	318
Июль	303	301	299
Август	267	260	252
Сентябрь	208	200	191
Октябрь	125	111	97
Ноябрь	71	71	71
Декабрь	65	63	60
Год	2186	2206	2223

Таблица 3 – Распределение среднего месячного и годового числа дней без Солнца в Северном регионе РК

Широта	Месяц												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
500	8	5	5	2	1	<0,5	1	1	2	8	12	12	57.5
520	9.5	6	5.5	2.5	1	<0,5	0.5	1.5	2	7.5	12	13	61.5
540	11	7	6	3	1	<0,5	0.5	2	2	7	12	14	66

В таблице 4 представлены аналогичные данные, но при действительных условиях облачности. В большинстве случаев это относится к средним условиям облачности.

Характеристики интенсивности солнечной радиации при средних условиях облачности получают путем непосредственного подсчета по данным наблюдений при любых условиях облачности и состоянии диска солнца.

Таблица 4 – Суммарная (прямая и рассеянная) солнечная радиация на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности, МДж/м²

Месяц	Пункт страны							
	Алматы	Балхаш	Джезказган	Костанай	Семей	Уральск	Актау	Астана
I	176	193	176	113	142	113	138	134
II	239	289	266	201	230	209	218	234
III	354	465	419	385	418	394	374	408
IV	484	599	540	482	538	477	538	496
V	632	750	689	653	687	653	712	643
VI	678	791	746	691	716	632	724	714
VII	729	779	735	624	702	657	708	670
VIII	647	703	662	523	582	578	646	559

IX	497	523	501	343	436	398	484	398
X	321	322	287	209	245	209	310	211
XI	187	193	172	109	143	100	175	126
XII	136	142	132	75	107	84	126	94

Таблица 5 – Годовая сумма поступающей солнечной энергии

Пункт страны	МДжм2	кВтч
Алматы	5080	1411,11
Балхаш	5749	1596,94
Джезказган	5749	1596,94
Костанай	4408	1224,44
Семей	4944	1373,33
Уральск	4504	1251,11
Актау	5136	1426,67
Астана	4687	1301,94

Наиболее распространенными характеристиками продолжительности солнечного сияния являются возможная продолжительность при отсутствии облачности, действительная продолжительность при условии облачности, отношение действительной продолжительности солнечного сияния к возможной и число дней без Солнца. Возможная продолжительность солнечного сияния является наиболее устойчивой и достоверной характеристикой. Она определяется по времени восхода и захода Солнца с учетом его рефракции и приведены эти показатели для Республики Казахстан в табл. 6–7.

Таблица 6 – Распределение max и min месячных сумм суммарной радиации при средних условиях облачности

Широта, зона, градус	Январь		Апрель		Июль		Октябрь	
	max	min	max	min	max	min	max	min
49°-51° Астана	4,87 150,84	2,84 88	20,67 620,1	14,11 423,2	25,27 783,5	15,68 468	15,14 469,3	5,95 184,4
52°-53°	4,12 127,8	2,77 85,9	20,81 624,3	14,11 423,2	24,37 755,5	16,49 511,2	11,15 345,7	5,27 163,4
54°-56°	3,38 104,75	2,7 83,8	20,95 628,5	14,11 423,2	24,19 750	17,3 536,3	7,16 222,1	4,6 142,5

Таблица 7 – Пределы колебаний средних месячных значений альбеда (%) для Астаны

Широтная зона, градус	Январь	Апрель	Июль	Октябрь	Год
490-510	60-77%	18,38%	19-25%	20-28%	23-30
540-560	67-82%	19-71%	16-23%	21-37%	25-40%

Продолжительность солнечного сияния, а также продолжительность или долгота дня, являются важными характеристиками для определения продолжительности и времени функционирования систем солнечного теплоснабжения и горячего водоснабжения, а также фотовольтаики.

ВЫВОДЫ

В течение года общая сумма поступающей солнечной энергии составляет с севера на юг Казахстана от 44081224 (Костанай) до 5080/1411 (Алматы) МДж /м²/ кВтч.

Как следует из данных этих таблиц в среднем по Республике Казахстан продолжительность солнечного сияния и числа солнечных дней очень высока, что говорит о перспективности использования гелиосистем.

Данные таблиц необходимо использовать при расчетах емкости аккумулирующих устройств гелиосистем. Согласно этим данным, максимальная емкость аккумулирующих устройств должна обеспечивать запас тепловой энергии от 5–6 суток в Южном регионе и до 10–12 суток в Северном.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Тлеуов, А. Х.** и др. Рекомендации по использованию систем солнечного теплоснабжения в агропромышленном комплексе. – Астана, КазАТУ, 2009. – 56 с.

2 **Тлеуов, А. Х., Тлеуова, А. А.** Определение условий эффективного использования гелиоустановок в РК. //Материалы I Международной научно-практической конференции «Становление современной науки-2006». – Днепропетровск, 2006: – Т.9. – С. 11–14.

3 **Тлеуов, А. Х., Тлеуова, А. А., Пястолова, И. А., Нелюбова, А. Г.** Прогнозирование поступления солнечной радиации. //Вестник Челябинского государственного агроинженерного университета, – Челябинск, 2006, Т. 47. с. 117–120.

4 **Тлеуов, А. Х., Тлеуова, А. А., Нелюбова, А. Г.** Почасовая теплопроизводительность гелиоустановок в условиях Северного Казахстана. //Вестник науки ААУ. – Астана, 2004. – вып.4, Т.4.

И. А. Пястолова¹, А. А. Тлеуова²

Қазақстан Республикасындағы күн энергетикасының дамуы

^{1,2}Энергетикалық факультеті,

С. Сейфуллин атындағы Қазақ агрротехникалық университеті,

Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы.

Материал 01.06.18 баспаға түсті.

I. A. Pyastolova¹, A. A. Tleuova²

Development of solar energy in the Republic of Kazakhstan

Energy Faculty,

S. Seifullin Kazakh AgroTechnical University,

Astana, 010000, Republic of Kazakhstan.

Material received on 01.06.18.

Мақалада Қазақстан Республикасындағы күн энергетикасы қондырғыларының қолданылуына қажетті жағдайлар жөнінде қарастырылған.

Жаңғыртылатын энергия көздерінің ресурстары әр мемлекетте орасан көп және қол жетімді. Қазақстан Республикасының территориясына бір аптада түсетін күн энергиясы көлемі бүкіл мұнай, газ, көмір мен уран қорларынан асып түседі.

Қазақстан территориясындағы ЖЭК мен күн энергиясының әлеуеті жылына 1 трлн. кВт·сағ бағаланады.

The article considers the necessary conditions for the use of solar power plants in the Republic of Kazakhstan. Renewable energy resources are huge and available to every country. The amount of solar energy entering the territory of the Republic of Kazakhstan for a week exceeds the energy of all reserves of oil, gas, coal and uranium.

The potential of solar energy and renewable energy sources in the territory of Kazakhstan is estimated at 1 trillion kWh per year.

Г. Ж. Рева¹, А. С. Никифоров²,

С. А. Глазырин³, М. В. Рева⁴

¹магистрант, Энергетический факультет, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

²д.т.н., профессор, зав. кафедрой, Энергетический факультет, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

³к.т.н., и.о. доцента, Транспортно-энергетический факультет, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана, 010000, Республика Казахстан;

⁴магистрант, Энергетический факультет, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140000, Республика Казахстан e-mail: ¹mihaska73@mail.ru; ²aleke4599@mail.ru;

³glan-sergey@yandex.ru; ⁴mihaska73@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ СХЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД АО «ПАВЛОДАРСКИЙ НЕФТЕХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД»

В статье показаны результаты проведенных исследований существующих схем водоснабжения и очистки сточных вод АО «Павлодарский нефтехимический завод». Проведены качественные и количественные анализы потребляемой воды, оборотной воды, очищенных стоков I системы БОС на подпитку I и II систем БОВ, сточных вод БОВ. Проведены анализ оборудования блока очистки воды, анализ технологических потоков на БОВ. Сточные воды цехов направляются на схему очистки стоков, которая состоит из двух систем. В первую систему осуществляется сброс следующих сточных вод: стоки с нефтеотделителей БОВ; паровой конденсат; вода с иловых площадок; ливневые воды; подтоварная вода; стоки с ТОО «Нефтехим LTD». Во вторую систему осуществляется сброс следующих сточных вод: дренажные воды; стоки из иламонкопителей; стоки с пропарочной станции; технологический конденсат; сернисто-щелочные стоки; стоки ЭЛОУ; подпиточная вода с сырьевых парков; хозяйственно-фекальные сточные воды; стоки эжекторов.

Ключевые слова: сточные воды, утилизация, нефтеперерабатывающий завод, водоснабжение, бессточная схема

ВВЕДЕНИЕ

Нефтеперерабатывающие заводы относятся к промышленным предприятиям с большим потреблением воды: кроме оборотной воды для производственных целей используется техническая вода, предусматривается расход воды на противопожарные нужды и на хозяйственно-питьевое водопотребление производственных и административных помещений.

Характеристика сточных вод, образующихся в процессе переработки нефти, зависят от состава нефти (малосернистая, сернистая, высокосернистая), глубины ее переработки, номенклатуры выпускаемой продукции, температуры воды и степени ее подготовки.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Павлодарский нефтехимический завод – крупнейшее в Казахстане предприятие по производству нефтепродуктов. По технологии завод ориентирован на переработку западносибирской нефти.

В качестве исходной воды на заводе используется вода из северного водозабора. Качество потребляемой воды и сточных вод показаны в таблицах 1-3.

Таблица 1 – Качественный анализ потребляемой воды

Наименование стадий процесса, анализируемый продукт	Контролируемые показатели	Норма	Факт	Область применения
Речная вода на подпитку	1. Нефтепродукт, мг/дм ³ , не более	0	0,0	для II, Па системы БОВ и ППВ
	2. Взвешенные вещества (мех. примеси) мг/дм ³ , не более	25	3,5	
	3. Растворенные вещества (соле-содержание) мг/дм ³ , не более	500	140	
	4. Жесткость общая, ммоль/дм ³ , не более	5,8	1,7	
	5. Жесткость постоянная, ммоль/дм ³ , не более	3,3	1,06	
	6. Жесткость временная, ммоль/дм ³ , не более	2,5	0,6	

Таблица 2 – Показатели качества оборотной воды I, II, Па систем

Наименование стадий процесса, анализируемый продукт	Контролируемые показатели	Норма	Факт	Область применения
Охлажденная оборотная вода I системы	1. Нефтепродукт, мг/дм ³ , не более	25	2,75	для охлаждения оборудования технологических установок: УПБ, УЗК, КТ-1, ЛК-6У
	2. Взвешенные вещества (мех. примеси) мг/дм ³ , не более	25	17,2-39,0	
	3. Растворенные вещества (соле-содержание) мг/дм ³ , не более	2000	632	
	4. Жесткость общая, ммоль/дм ³ , не более	20	2,9	
	5. Жесткость постоянная, ммоль/дм ³ , не более	15	2,73	
	6. Жесткость временная, ммоль/дм ³ , не более	5	0,17	
	7. Сульфаты, мг/дм ³ , не более	500	368,4	
	8. Железо, мг/дм ³	не норм.	2,05	
	9. pH, ед.	6,5±8,5	4,6±7,02	
Охлажденная оборотная вода II системы	1. Нефтепродукт, мг/дм ³ , не более	25	2,75	для охлаждения оборудования технологических установок: УПБ, УПБ, УЗК, УПНК, УПС, АГУ, КТ-1, ЛК-6У, ЦКС, РКС
	2. Взвешенные вещества (мех. примеси) мг/дм ³ , не более	25	17,2-34,4	
	3. Растворенные вещества (соле-содержание) мг/дм ³ , не более	2000	632	
	4. Жесткость общая, ммоль/дм ³ , не более	20	2,9	
	5. Жесткость постоянная, ммоль/дм ³ , не более	15	2,73	
	6. Жесткость временная, ммоль/дм ³ , не более	5	0,17	
	7. Сульфаты, мг/дм ³ , не более	500	368,4	
	8. Железо, мг/дм ³	не норм.	2,05	
	9. pH, ед.	6,5±8,5	4,71±7,02	
Охлажденная оборотная вода Па системы	1. Нефтепродукт, мг/дм ³ , не более	5	0,69	для охлаждения оборудования технологических установок: ВКС, АКС, ЛК-6У
	2. Взвешенные вещества (мех. примеси) мг/дм ³ , не более	25	7,9-57,2	
	3. Растворенные вещества (соле-содержание) мг/дм ³ , не более	2000	360,4	
	4. Жесткость общая, ммоль/дм ³ , не более	20	2,7	
	5. Жесткость постоянная, ммоль/дм ³ , не более	15	2,6	
	6. Жесткость временная, ммоль/дм ³ , не более	5	0,15	
	7. Сульфаты, мг/дм ³ , не более	500	129,3	
	8. Железо, мг/дм ³	не норм.	0,55	
	9. pH, ед.	6,5±8,5	3,95±7,05	

Таблица 3 – Показатели качества очищенных стоков I системы БОС на подпитку I и II систем БОВ

Наименование стадий процесса, анализируемый продукт	Контролируемые показатели	Норма	Факт	Область применения
Очищенные стоки I системы БОС на подпитку	1 Нефтепродукт, мг/дм ³ , не более	25	0,69	для I-II системы БОВ
	2 Взвешенные вещества (мех. примеси) мг/дм ³ , не более	25	7,9-38,5	
	3 Растворенные вещества (соле-содержание) мг/дм ³ , не более	2000	360,4	
	4 Жесткость общая, ммоль/дм ³ , не более	20	2,3	
	5 Жесткость постоянная, ммоль/дм ³ , не более	15	2,1	
	6 Жесткость временная, ммоль/дм ³ , не более	5	0,25	
	7 Сульфаты, мг/дм ³ , не более	не норм.	180,5	
	8 Железо, мг/дм ³	не норм.	0,3	
	9 рН, ед.	6,5±8,5	6,5±8,2	

В качестве исходной воды для подпитки котлов-утилизаторов используется вода, поступающая от ПТЭЦ-3 в количестве 188 м³ в час.

Блок оборотного водоснабжения (далее – БОВ), предназначен для бесперебойной подачи охлажденной оборотной воды на технологические установки АО «ПНХЗ» и прием горячей оборотной воды, поступающей на БОВ с технологических установок завода. Оборотная вода используется в замкнутом цикле.

В состав БОВ входят:

- насосная станция с насосными агрегатами типа d4000*95, d3200*33 в общем количестве 15 штук;
- железобетонные, вентиляторные, 3^{-я} секционные градирни, площадь каждой секции 192 м², в количестве 4^х штук;
- железобетонная, вентиляторная 2^{-я} секционная градирня, площадь каждой секции 192 м², в количестве 1 штука;
- 1 секционная градирня, FBL-2500(I), установленная на железобетонном 3^{-я} секционном бассейне, площадь каждой секции 192 м², в количестве 1 штука;

- 2^{-я} секционная градирня, FBL-2500(II), установленная на железобетонном 3^{-я} секционном бассейне, площадь каждой секции 192 м², в количестве 1 штука;
- 4^{-я} секционные, железобетонные нефтеотделители производительностью 880 л/сек в количестве 3^х штук;
- магистральные надземные трубопроводы диаметром условным Ду 200±1200 мм с запорно-регулирующей арматурой.

Технологическими потоками на БОВ являются:

– I система оборотного водоснабжения, обеспечивает охлажденной водой (расход 3000-6300 м³/час, давление 5±6 кгс/см², температура 25 °С) установку производства битумов, установку замедленного коксования, комплекс КТ-1, установку ЛК-6У. Вода подается насосами Н-4, Н-5, Н-6, Н-7;

– горячая вода, поступающая на БОВ с вышперечисленных технологических установок, поступает в нефтеотделители № 86-9/1, 86-9/2, 86-9/3 и насосами Н-8, Н-9, Н-10, Н-11 подается на градирни № 2,10,11;

– II система оборотного водоснабжения обеспечивает охлажденной водой (расход 3000-6300 м³/час, давление 5±6кгс/см², температура 25 °С) установку производства водорода, установку производства битумов, установку замедленного коксования, установку прокалики кокса, установку производства серы, комплекс КТ-1, установку ЛК-6У, аварийный газовый узел, районную конденсатную станцию № 2, центральную конденсатную станцию. Вода подается насосами Н-12, Н-13, Н-14, Н-15;

– горячая вода поступает после технологических установок на БОВ в градирни № 7,9;

– Па система оборотного водоснабжения обеспечивает охлажденной водой (расход 1500–3000 м³/час, давление 4±6 кгс/см², температура 25 °С) воздушно-компрессорную станцию, азотно-кислородную станцию, установку ЛК-6У, установку производства водорода. Вода подается насосами Н-1, Н-2, Н-3;

– горячая вода поступает после технологических установок на БОВ в градирни № 3,8.

Подпитка оборотной воды I и II систем осуществляется очищенными стоками I системы, возвращаемыми с биологической очистки стоков (БОС). Расход очищенных стоков I системы БОС на подпитку БОВ – не более 630 м³/час.

Для подпитки оборотной воды II-ой и Па систем используется свежая речная вода из реки Иртыш. Расход свежей воды составляет:

- во Па систему 250 м³/час
- во II систему до 70 м³/час.

Обработка подпиточной воды не производится.

В процессе эксплуатации I, II, III систем БОВ имеются следующие сложности:

- коррозия внутренних поверхностей металлических трубопроводов и технологического оборудования;
- образование минеральных осадков и железистых отложений на внутренней поверхности трубопроводов и оборудования;
- образование биообрастаний и биослизей в застойных зонах и на границах вода-воздух;
- образование отложений ила, песка в застойных зонах;
- образование неблагоприятной микрофлоры в оборотной воде;
- снижение показателя pH в оборотной воде.

Таблица 4 – Качество воды и стоков БОВ

Параметр оборотной воды	Очищенные стоки на подпитку	Речная вода на подпитку	Оборотная вода		
			I система	II система	III система
pH		6,8– 8,5	6,8–7,5	6,6–7,3	6,2–8,4
Солесодержание, мг/л		130–190	300–800	300–800	300–850
Жесткость общая, мг экв/л	1,7– 4,0	1,7– 3,9	1,8–4,2	1,9–3,9	2–8,9
Щелочность, мг экв/л		0,4–12			
Взвешенные вещества, мг/л	10– 30	5–15	8–15	8–15	6–15
Электропроводность мкСм/см	от 300 до 2500				

Таблица 5 – Показатели качества оборотной воды I, II, III систем

Наименование стадий процесса, анализируемый продукт	Контролируемые показатели	Норма	Факт	Область применения
Охлажденная оборотная вода I системы	1 Нефтепродукт, мг/дм ³ , не более	25	2,75	для охлаждения оборудования технологических установок: УПБ, УЗК, КТ-1, ЛК-6У
	2 Взвешенные вещества (мех. примеси) мг/дм ³ , не более	25	17,2-39,0	
	3 Растворенные вещества (соле-содержание) мг/дм ³ , не более	2000	632	
	4 Жесткость общая, ммоль/дм ³ , не более	20	2,9	
	5 Жесткость постоянная, ммоль/дм ³ , не более	15	2,73	
	6 Жесткость временная, ммоль/дм ³ , не более	5	0,17	
	7 Сульфаты, мг/дм ³ , не более	500	368,4	
	8 Железо, мг/дм ³	не норм.	2,05	
	9 pH, ед.	6,5±8,5	4,6±7,02	

Наименование стадий процесса, анализируемый продукт	Контролируемые показатели	Норма	Факт	Область применения
Охлажденная оборотная вода II системы	1. Нефтепродукт, мг/дм ³ , не более	25	2,75	для охлаждения оборудования технологических установок: УПБ, УПБ, УЗК, УПНК, УПС, АГУ, КТ-1, ЛК-6У, ЦКС, РКС
	2. Взвешенные вещества (мех. примеси) мг/дм ³ , не более	25	17,2-34,4	
	3. Растворенные вещества (соле-содержание) мг/дм ³ , не более	2000	632	
	4. Жесткость общая, ммоль/дм ³ , не более	20	2,9	
	5. Жесткость постоянная, ммоль/дм ³ , не более	15	2,73	
	6. Жесткость временная, ммоль/дм ³ , не более	5	0,17	
	7. Сульфаты, мг/дм ³ , не более	500	368,4	
	8. Железо, мг/дм ³	не норм.	2,05	
	9. pH, ед.	6,5±8,5	4,71±7,02	
Охлажденная оборотная вода III системы	1. Нефтепродукт, мг/дм ³ , не более	5	0,69	для охлаждения оборудования технологических установок: ВКС, АКС, ЛК-6У
	2. Взвешенные вещества (мех. примеси) мг/дм ³ , не более	25	7,9-57,2	
	3. Растворенные вещества (соле-содержание) мг/дм ³ , не более	2000	360,4	
	4. Жесткость общая, ммоль/дм ³ , не более	20	2,7	
	5. Жесткость постоянная, ммоль/дм ³ , не более	15	2,6	
	6. Жесткость временная, ммоль/дм ³ , не более	5	0,15	
	7. Сульфаты, мг/дм ³ , не более	500	129,3	
	8. Железо, мг/дм ³	не норм.	0,55	
	9. pH, ед.	6,5±8,5	3,95±7,05	

ВЫВОДЫ

Краткая характеристика существующей технологии очистки сточных вод.

Сточные воды цехов направляются на схему очистки стоков, которая состоит из двух систем. В первую систему осуществляется сброс следующих сточных вод:

- Стоки с нефтеотделителей БОВ;
- Паровой конденсат;
- Вода с иловых площадок;
- Ливневые воды;

- Подтоварная вода;
- Стоки с Нефтехим LTD.

Во вторую систему осуществляется сброс следующих сточных вод:

- Дренажные воды;
- Стоки из шламонакопителей;
- Стоки с пропарочной станции;
- Технологический конденсат;
- Сернисто-щелочные стоки;
- Стоки ЭЛОУ;
- подпиточная вода с сырьевых парков;
- Хозфекальные сточные воды;
- Стоки эжекторов.

Системы очистки включают: песколовки, нефтеловушки, радиальные отстойники, приемные резервуары № 27/1А, 27/1Б, 27/1В, 27/2А, 27/2Б, из которых насосами МОС частично очищенная вода направляется в приемные резервуары № 28/1А, 28/1Б, 28/2А, 28/2Б, 28/2В, 28/2Г, откуда через камеру смешения поступает на флотаторы. На всасы насосов № 6 и 7 подается коагулянт (сернистый алюминий).

Шлам из флотаторов собирается в резервуаре 27/1В, откуда он может направляться на шламонакопители 22/1 и 22/2, или в амбары 24, 26, 25/2.

После узла механической очистки МОС очищенная вода в системе 2 насосами направляется в смеситель, где добавляется суперфосфат, далее в азротенки 109-56, откуда направляется в радиальные отстойники 109-54, и через смеситель направляется во вторую ступень азротенков 109-57, и, соответственно, далее в радиальные отстойники 109-54, и далее по схеме – в биопруды. С биопрудов часть воды используется в противопожарном водопроводе, остальная вода сбрасывается в озеро Сарымсак.

После узла механической очистки МОС очищенная вода в системе 1 насосами направляется в смеситель, где добавляется суперфосфат, далее в азротенки 109-55, откуда направляется в радиальные отстойники 109-53, и часть направляются на иловые площадки, а вторая часть идет в систему оборотного водоснабжения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Отходы нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. Учет и классификация. Л. И. Трубникова, кандидат химических и доктор технических наук, профессор Уфимского государственного авиационного технического университета. Ж. Промбезопасность – Приуралье. – 2012. – № 8. – С. 22–25.

2 Покровский, В. И., Аракчеев, В. П. Очистка сточных вод тепловых электростанций. – М. : Энергия, 1980. – 257 с.

Материал поступил в редакцию 01.06.18.

Г. Ж. Рева¹, А. С. Никифоров², С. А. Глазырин³, М. В. Рева⁴

«Павлодар мұнай-химия зауыты» АҚ сумен жабдықтау және сарқынды суларды тазартудың қолданыстағы схемаларын сараптау

^{1,2,4}С. Торайғыров атындағы

Павлодар мемлекеттік университеті,

Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы;

³Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,

Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы.

Материал 01.06.18 баспаға түсті.

G. Zh. Reva¹, A. S. Nikiforov², S. A. Glazyrin³, M. V. Reva⁴

Examination of existing schemes of water supply and wastewater treatment of «Pavlodar Oil Chemistry Refinery» LLP

^{1,2,4}S. Toraighyrov Pavlodar State University,

Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan;

³L. N. Gumilyov Eurasian National University,

Astana, 010000, Republic of Kazakhstan.

Material received on 01.06.18.

Мақалада «Павлодар мұнай-химия зауыты» АҚ сумен жабдықтау және сарқынды суларды тазартудың қолданыстағы сызбалары бойынша жүргізілген зерттеулердің нәтижелері көрсетілген. Тұтынылатын судың сандық және сапалық талдау, қайта өңделген су, кіріс ордерлері I және II жүйелерін, кәріз кіріс ордерлері азықтандыру үшін кәріз Мен биологиялық жүйесін өңделген. Су тазарту қондырғысының жабдықтарын талдау, технологиялық ағымдарды талдау. Дүкендердің ағынды сулары екі жүйеден тұратын ағынды суларды тазарту схемасына жіберіледі. Бірінші жүйе мынадай ағынды суларды шығарады: мұнай айыруыштарынан БОВ шығыс; бу конденсаты; суланған жерлерден су; дауыл суы; подтоварная су; «Нефтехим LTD» ЖШС-мен. Екінші жүйе келесі ағынды суларды шығарады: дренажды су; илам жинағыштарынан ағынды сулар; бу жіберу станциясынан ыдыстар; технологиялық конденсат; сульфурленген сілтілі қалдықтар; ЭЛОУ-ның ағынды сулары; Шикі парктерден макияж суы; шаруашылық-фекалдық ағынды су; экожүйелердің ағындары.

The article shows the results of the conducted studies of the existing schemes of water supply and wastewater treatment of «Pavlodar Oil Chemistry Refinery» LLP. Qualitative and quantitative analyzes of the consumed water, circulating water, purified effluents of the IOS system for replenishing I and II BWA systems, wastewater of BOV were carried out. The analysis of the equipment of the water treatment unit, the analysis of technological flows on the BOV are carried out. The sewage waters of the shops are sent to the sewage treatment scheme, which consists of two systems. The first system discharges the following wastewater: effluent from oil separators BOV; steam condensate; water from silt areas; storm water; produced water; water from the «Neftekhim LTD» LLP. The second system discharges the following wastewater: drainage water; sewage from sludge accumulators; sinks from a steaming station; technological condensate; sulphureous alkaline wastes; effluent of ELOU; makeup water from raw parks; economic-faecal wastewater; drains of ejectors.

ГРНТИ 87.53.13

**М. В. Рева¹, А. С. Никифоров²,
С. А. Глазырин³, Г. Ж. Рева⁴**

¹магистрант, Энергетический факультет, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

²д.т.н., профессор, зав. кафедрой, Энергетический факультет, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

³к.т.н., и.о. доцента, Транспортно-энергетический факультет, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана, 010000, Республика Казахстан;

⁴магистрант, Энергетический факультет, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан
e-mail: ¹mihaska73@mail.ru; ²aleke4599@mail.ru;

³glan-sergey@yandex.ru; ⁴mihaska73@mail.ru

УТИЛИЗАЦИЯ СТОЧНЫХ ВОД АО «ПАВЛОДАРСКИЙ НЕФТЕХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД»

В статье показаны результаты проведенных исследований по разработке технологических решений утилизации сточных вод ТОО «Павлодарский нефтехимический завод». Проведен анализ возможных технологических решений утилизации сточных вод. Учитывая качество сточной воды ТОО «ПНХЗ», сбрасываемого в озеро Сарымсак, доочистка ее может выполняться с использованием ионного обмена или мембранных технологий. Очищенная сбросная вода может использоваться для подпитки котлов-утилизаторов, взамен покупаемой у Павлодарской ТЭЦ-3 химочищенной воды, так как будет соответствовать требованиям, предъявляемым к подпиточной воде данных котлов. Среднее количество сбрасываемой сточной воды в озеро Сарымсак – 188 метров кубических в час. ТОО «ПНХЗ» покупает у Павлодарской ТЭЦ-3 для подпитки котлов утилизаторов в среднем 200 тонн в час умягченной воды после 2-х ступенчатого натрий-катионирования.

Ключевые слова: сточные воды, утилизация, нефтеперерабатывающий завод, водоснабжение, бессточная схема.

ВВЕДЕНИЕ

Повышение энергоэффективности производства – дополнительная мощность, которую возможно получить за счет экономии и рационального использования различных видов энергии.

Следует особо отметить, что в настоящее время очень актуальным становится вопрос снижения объемов сточных вод различных производств, а также сохранения и оптимального использования водных ресурсов Республики Казахстан.

Основным критерием оценки целесообразности применения той или иной схемы водоподготовки является расчет ее технико-экономических показателей. Наиболее значимыми показателями такого расчета являются расход реагентов и воды на собственные нужды установки, определяющие основные эксплуатационные затраты и, соответственно, себестоимость обработанной воды, а также количество и эффективность используемого оборудования.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Учитывая качество сточной воды ТОО «ПНХЗ», сбрасываемого в озеро Сарымсак, доочистка ее может выполняться с использованием ионного обмена или мембранных технологий. Очищенная сбросная вода может использоваться для подпитки котлов – утилизаторов, взамен покупаемой у Павлодарской ТЭЦ-3 химочищенной воды, так как будет соответствовать требованиям, предъявляемым к подпиточной воде данных котлов. Среднее количество сбрасываемой сточной воды в озеро Сарымсак – 188 метров кубических в час. ТОО «ПНХЗ» покупает у Павлодарской ТЭЦ-3 для подпитки котлов утилизаторов в среднем 200 тонн в час умягченной воды после 2-х ступенчатого натрий-катионирования.

Учитывая качество сбросной воды, доочистка ее может выполняться с использованием ионного обмена или мембранных технологий.

Традиционная схема водоподготовки – прямоточное двухступенчатое Na-катионирование. Традиционная схема показывает свою эффективность и универсальность для получения глубокоумягченной воды, она хорошо изучена и является простой в эксплуатации. Регенерация Na-катионитных фильтров I ступени проводится почти так же часто, как и в случае противоточного одноступенчатого Na-катионирования, однако дополнительные затраты соли (NaCl) на регенерацию Na-катионитных фильтров II ступени компенсируются экономией соли на регенерацию Na-катионитных фильтров I ступени. Фактический удельный расход поваренной соли на регенерацию Na-катионитных фильтров I ступени составляет 100–130 г/г-экв, на регенерацию Na-катионитных фильтров

II ступени – 250–350 г/г-экв. Расход воды на собственные нужды установки, а значит, и количество сбрасываемых стоков редко превышают 2,5 %. Современная схема ионного обмена предусматривает сбор и повторное использование в ходе регенерации слабоминерализованных стоков, что способствует сокращению расхода водопроводной воды и тепла на собственные нужды ВПУ при одновременном сокращении количества сбрасываемых сточных вод.

В настоящее время часто предлагают мембранные технологии – комбинированная схема подготовки подпиточной воды с применением установки обратного осмоса (ООУ). В качестве предочистки перед ООУ используется установка ультрафильтрации. Пермеат ООУ имеет пониженную величину pH = 5,5–6,0, поэтому для поддержания нормативной величины pH подпиточной воды производится его подщелачивание раствором едкого натра, что ведет к дополнительным затратам на реагенты.

Сравнивая расходы реагентов на собственные нужды установок, можно отметить, что расход соли в схемах, работающих по технологии Na-катионирования, выше, чем в схемах, работающих с применением мембранной технологии – это обусловлено значительным потреблением соли на регенерацию Na-катионитных фильтров. Однако эксплуатация установки обратного осмоса предполагает дозирование в исходную воду таких дорогостоящих реагентов, как антискалант, бисульфит натрия и едкий натр. В условиях высокой стоимости исходной воды и сбросов сточных вод обратный осмос при доле сбрасываемого концентрата на уровне 25–33 % также оказывается в невыгодном положении.

Суммарный расход воды и энергии на собственные нужды схемы, работающей с применением мембранной технологии, более чем в 20 раз превышает расход воды и энергии на собственные нужды схем, работающих по технологии Na-катионирования.

В связи с тем, что доочистка сбросной воды по технологии, рекомендуемой нами, не предусматривает повышение температуры обрабатываемой воды, проведение расчетного и натурального эксперимента по возможности образования твердой фазы при подогреве воды нецелесообразно.

На основании анализа технологий схем очистки сбросных вод и качества сточных вод, сбрасываемых в озеро Сарымсак, были рассмотрены несколько вариантов полного использования сбросной воды после ее доочистки в качестве подпиточной воды для котлов-утилизаторов на котельной АО «ПНХЗ».

1 вариант – механическая фильтрация + двухступенчатое умягчение: 4 фильтра диаметром 3,0 метра, загруженные активированным углем (с целью предотвращения загрязнения катионита нефтепродуктами при эксплуатации), 3 натрий-катионитных фильтра первой ступени, диаметром

3,0 метра, 2 натрий-катионитных фильтра второй ступени, диаметром 3,0 метра.

2 вариант – двухступенчатое умягчение: 3 натрий-катионитных фильтра первой ступени, диаметром 3,0 метра, 2 натрий-катионитных фильтра второй ступени, диаметром 3,0 метра. Фильтры с активированным углем не обязательны, так как нормативы по нефтепродуктам в сбросной воде не превышают нормативные значения для подпиточной воды котлов-утилизаторов. При длительной эксплуатации верхний слой катионита может заноситься нефтепродуктами, что потребует 2 раза в год обработку верхнего слоя катионита специальным материалом (омылителем) типа ОП-7 или ОП-10 (неионогенные поверхностно-активные вещества, представляют собой продукты обработки смеси моно- и диалкилфенолов окисью этилена, применяются в качестве смачивающих и эмульгирующих поверхностно-активных веществ).

3 вариант – использование установки обратного осмоса: установка ультрафильтрации в качестве первой ступени плюс установка обратного осмоса в качестве второй ступени. Вариант чрезвычайно дорогой. Вариант рассматривается, но не рекомендуется, так как нормы качества подпиточной воды котлов-утилизаторов ТОО «ПНХЗ» не требуют такого качества воды, которое получаем при использовании обратного осмоса.

4 вариант – очистка сточной воды на установке одноступенчатого обессоливания с декарбонизатором: 2 Н-катионитных фильтра, декарбонизатор, 2 ОН-анионитных фильтра.

5 вариант – использование установки электродиализа. Один комплект оборудования электродиализной установки производительностью 7500 кубометров в сутки, или 312,5 кубометров в час.

Из всех вариантов рекомендуем второй, при котором получаем очищенную воду требуемого качества, наиболее экономичный и надежный в эксплуатации. Кроме того капитальные затраты при использовании второго варианта наименьшие из всех рассматриваемых вариантов.

В состав установки входит следующее оборудование:

- 3 фильтра натрий-катионитных 1 ступени, диаметром 3,0 метра, загруженных сильнокислотным катионитом;
- 2 фильтра натрий-катионитных 2 ступени, диаметром 3,0 метра, загруженных сильнокислотным катионитом;
- Бак хранения соли, объемом с 15-дневным запасом работы установки;
- насосное хозяйство для подачи воды;
- 2 насоса химически стойких Х-45/30.

Предлагаемая технологическая схема двухступенчатого натрий-катионирования представлена на рисунке 1.

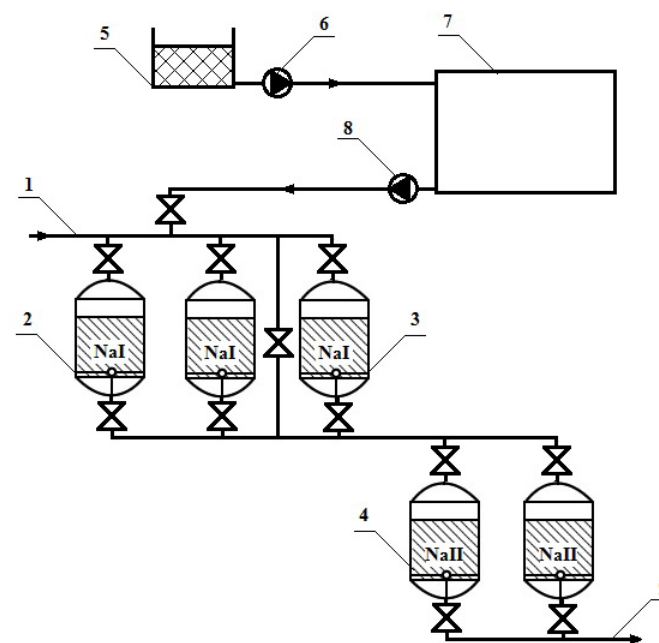


Рисунок 1– Схема двухступенчатого натрий-катионирования сточных вод ТОО «ПНХЗ» после 2 системы БОС

1 – вода после II системы БОС; 2 – Na-катионированные фильтры 1 ступени; 3 – Na-катионитный фильтр 1 ступени, переключаемый при необходимости в режим 2-ой ступени; 4 – Na-катионированные фильтры 2 ступени; 5 – ячейка хранения соли; 6 – насос-дозатор соли; 7 – бак приготовления регенерационного раствора (6 %-й раствор NaCl); 8 – насос подачи регенерационного раствора; 9 – подача умягченной воды для подпитки котлов-утилизаторов.

Затраты на приобретение натрий-катионированной воды в год, при часовой потребности 200 т/ч и стоимости воды поступающей с ТЭЦ 66,84 тг/т, с учетом 30-и дневного ежегодного простоя оборудования на капитальный ремонт, составит

$$335 \text{ дн} * 24 \text{ ч} * 200 \text{ т/ч} * 66,84 \text{ тг} = 107,479 \text{ миллионов тенге в год.} \quad (1)$$

Фильтры необходимо монтировать на территории котельной. Вода подается на фильтры существующими насосами, которые используются для сброса воды в озеро Сарымсақ.

Учитывая, что химводоочистка должна монтироваться на котельной (работа под надзором оператора, обслуживающего котлы), в смену выходит один аппаратчик, т.е. в штате 4 аппаратчика при работе в 4 смены.

Зарплата аппаратчиков составляет около 70 тысяч тенге в месяц, или $70 \cdot 12 \text{ мес} \cdot 5 \cdot 1,2$ (премия) = 5,04 миллиона тенге в год.

Расход соли:

Для первой ступени 100 г/г-экв уловленных катионов, что составляет: $200 \text{ т/ч} \cdot (2,11-0,3) \cdot 365 \cdot 24 = 3171120$ г-экв катионов в год

Затраты соли составят: $3171120 \cdot 0,1$ кг/г-экв = 317112,0 кг соли, или: 317,112 т/год с запасом 10 % фактический расход соли составят

$$317,112 \cdot 1,1 = 348,82 \text{ т/год} \quad (2)$$

Для второй ступени удельный расход соли принимается 300 г/г-экв уловленных катионов, что составит $200 \text{ т/ч} \cdot (0,3-0,02) \cdot 365 \cdot 24 = 490560$ г-экв катионов в год.

Затраты соли составят: $490560 \cdot 0,3$ кг/г-экв = 147168 кг соли, или с запасом 10 % – $147168 \cdot 1,1 = 161,88$ т/год.

Общий расход соли на год по химводоочистке составит

$$348,82 + 161,88 = 510,7 \text{ т/год.} \quad (3)$$

При стоимости технической соли (по ценам 2014 г.) 6,5 тысяч тенге за тонну затраты составят

$$510,7 \cdot 6,5 = 3,32 \text{ млн. тг/год.} \quad (4)$$

Расход ОП-7 и ОП-10 с учетом доставки в г. Павлодар при потребности пяти бочек по 210 кг, стоимостью каждой 0,594 млн. тенге составит 2,97 млн. тенге в год.

Итого эксплуатационных затрат

$$S_{\text{экспл. затрат}} = 5,04 + 3,32 + 2,97 = 11,33 \text{ млн. тенге в год.} \quad (5)$$

Предварительный срок окупаемости

$$T_{\text{окуп}} = \frac{S_{\text{кап. затрат}}}{(S_{\text{доход}} - S_{\text{экспл. затрат}}) \cdot 0,8} = \frac{45,186}{(107,479 - 11,33) \cdot 0,8} = 0,59 \text{ лет} = 7 \text{ месяцев} \quad (6)$$

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Кострикин, Ю. М., Мещерский, Н. А., Коровина, О. В. Водоподготовка и водный режим энергообъектов низкого и среднего давлений. Справочник. М. : Энергоатомиздат. – 1990. – 248 с.

2 Покровский, В. И., Аракчеев, В. П. Очистка сточных вод тепловых электростанций. М.: Энергия, 1980. – 257 с.

3 Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей. Утвержден приказом Министра энергетики Республики Казахстан № 247 от 30 марта 2015 года. – 252 с.

Материал поступил в редакцию 01.06.18.

М. В. Рева¹, А. С. Никифоров², С. А. Глазырин³, Г. Ж. Рева⁴

«Павлодар мұнай-химия зауыты» АҚ ағынды суларын пайдалану

^{1,2,4}С. Торайғыров атындағы

Павлодар мемлекеттік университеті,

Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы;

³Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,

Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы.

Материал 01.06.18 баспаға түсті.

M. V. Reva¹, A. S. Nikiforov², S. A. Glazyrin³, G. Zh. Reva⁴

Utilization of waste water of «Pavlodar Oil Chemistry Refinery» LLP

^{1,2,4}S. Toraighyrov Pavlodar State University,

Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan;

³L. N. Gumilyov Eurasian National University,

Astana, 010000, Republic of Kazakhstan.

Material received on 01.06.18.

Мақалада «Павлодар мұнай-химия зауыты» АҚ ағынды суларды кәдеге жарату бойынша технологиялық шешімдерді әзірлеу бойынша жүргізілген зерттеулердің нәтижелері көрсетілген. Ағынды суларды кәдеге жаратудың ықтимал технологиялық шешімдерін талдау жүргізілді. Сарымсақ көліне ағызылатын «ПМХЗ» ЖШС тазартылған судың сапасын ескере отырып, кейінгі оңдеу ион алмасу немесе мембраналық технологиялар арқылы жүзеге асырылуы мүмкін. Тазартылған сарқынды суларды ЖЭО-3-ден сатып алынған химиялық тазартылған судың орнына қоқыс қазандықтарын қуаттандыру үшін пайдалануға болады, себебі бұл қазандықтардың тазартылған

суына қойылатын талаптарды қанағаттандырады. Сарымсақ көліне ағынды сулардың орташа мөлшері сағатына 188 текше метрді құрайды. «ПМХЗ» ЖШС павлодарлық ЖЭО-3-нен екі сатылы натрий катализденгеннен кейінгі судың жұмсартылған суына тәулігіне 200 тоннаға дейін жылу қазандықтарын қазып алу үшін сатып алады.

The article shows the results of the research carried out to develop technological solutions for wastewater utilization of «Pavlodar Oil Chemistry Refinery» LLP. The analysis of possible technological solutions of wastewater utilization was carried out. Taking into account the quality of waste water of «POCR» LLP, discharged into Lake Sarymsak, its post-treatment can be performed using ion exchange or membrane technologies. Purified wastewater can be used for feeding boilers-utilizers instead of treated water purchased from Pavlodar CHP-3, as it will meet the requirements for make-up water boilers data. The average amount of wastewater discharged into Lake Sarymsak is 188 cubic meters per hour. «POCR» LLP buys an average of 200 tons per hour of demineralized water from Pavlodar CHP-3 for feeding HRSG after 2 sodium-cationization steps.

SRSTI 61.01

V. V. Ryndin¹, G. G. Abdullina², A. T. Abdullin³

¹Faculty of Metallurgy, Machine Building and Transport, Department of «Mechanics and Oil and Gas Business», S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan;

²Faculty of Metallurgy, Machine Building and Transport, Department of «Mechanics and Oil and Gas Business», S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan;

³Faculty of Metallurgy, Machine Building and Transport, Department of «Mechanics and Oil and Gas Business», S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan

e-mail: ³aslan0477@mail.ru

PROTECTION OF MAIN OIL AND GAS PIPELINES FROM CORROSION WITH THE METHOD OF GAS PLASMA SPRAYING

Corrosion of pipelines is one of the main causes of accidents in the oil and gas industry. This industry traditionally deals with fairly aggressive environments transported through pipelines, so ensuring corrosion protection is one of the main measures to ensure industrial safety. In this paper, the problem of increasing the corrosion resistance of main oil and gas pipelines is considered. Because of this, the choice of the optimal method for controlling corrosion is particularly relevant. Effective introduction of modern developments in the field of corrosion protection will significantly reduce the number of accidents and financial losses that are caused by the effect of corrosion on pipelines. One of the methods to combat corrosion processes is gas flame spraying, which provides machined surfaces with increased wear resistance, including resistance to corrosion, temperatures, abrasive wear, and so on.

Key words: main pipeline, oil and gas pipeline, corrosion, gas-flame spraying.

INTRODUCTION

The constant development of the petrochemical industry determines the need for materials that have high performance properties, primarily such as corrosion and heat resistance. High-alloy steels can only accomplish this task in part because of their high cost and limited production, so low-cost, low-alloy or carbon steel is

now universally applied. They have low performance characteristics, due to which metal losses due to corrosion account for about 25 % of their annual production, and economic losses, even in industrialized countries, reach 4 % of the gross national product.

The characteristics and properties of steels and alloys are determined to a large extent by the state of their surface, as well as by the physicochemical interaction at the interfaces, this circumstance determines the growing popularity of methods and technologies for applying highly effective protective coatings, instead of using bulk doping. Since in many respects the coatings are superior to high-alloyed alloys and the cost of products with protective coatings is much lower than the cost of products made from high-alloyed alloys, their use is economically feasible. Coatings are increasingly used in surface modification of materials, allowing to obtain a set of operational properties, such as heat and heat resistance, corrosion resistance, wear resistance, hardness, etc.

Particularly acute is the problem of increasing the corrosion resistance of oil and gas pipelines, technological pipelines of enterprises and other equipment of the petrochemical cluster used in the extraction and transportation of hydrocarbons. Corrosion processes are the basis of their environmental safety (accidents at these sites cause significant damage to the environment, cause, large destruction, cause accidents). However, among a large number of corrosion protection technologies, there are none that fully meet the complex of parameters, since each technology has certain advantages and disadvantages. In this regard, the development of a comprehensive technology for corrosion protection of oil and gas equipment is relevant.

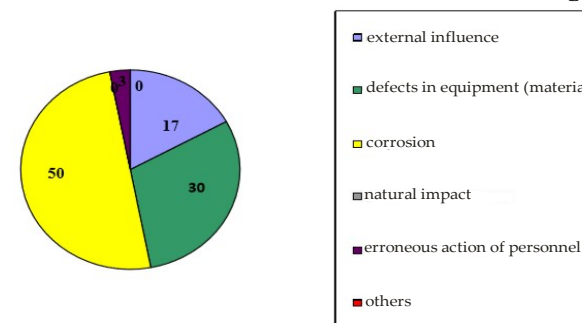
For convenience of analysis, all reasons contributing to the emergence of emergency situations are combined into 6 generalized groups of factors. They are: corrosion, equipment defects, external impact, natural effects, erroneous actions of personnel, others.

The distribution of accidents on the main oil and gas pipelines, depending on the causes of their occurrence, is shown in figure 1.

MAIN PART

When carrying out a statistical analysis of accident data in the oil and petrochemical industries, it is possible to identify general trends and factors that can be used in practice and when improving regulatory documents on risk assessment at gas and petrochemical cluster facilities. Corrosion and external influences are the underlying factors of premature wear and equipment failure in these industries. The development of technologies and methods for increasing corrosion resistance, improving the operational properties of petrochemical equipment parts is undoubtedly one of the priority tasks for ensuring their safe operation.

Diagram 1 – The main causes of accidents on main oil and gas pipelines



A promising method of protection against corrosion is gas flame spraying (GPN). This method involves heating the powder, rod (wire) or cord material (Fig. 1, 2) in the flame of the gas flare and delivering the smallest particles to the surface of the workpiece with a flue gas stream. As a source of thermal energy, a flame occurs as a result of combustion of an oxygen-combustible gas mixture (acetylene or propane). The gas-flame method is distinguished by the relative simplicity of the equipment used. At the same time, a continuous supply of oxygen and fuel is required to carry out the process. The temperature of the deposited material passing through the torch torch is close to the melting temperature. When in contact with the surface of the product, the heated particles «stick» with the substrate and with each other, forming a dense and uniform coating thickness.

Materials that can be applied in this way are diverse. It can be metals and metal alloys (chrome, nickel, aluminum, bronze, babbitt), oxides (titanium dioxide, aluminum oxide), carbides and even polymeric materials.

The described method has the following main advantages: high productivity, high localization of coatings, negligible impact on the deposited substrate, unlimited dimensions of the workpiece, a wide spectrum of combination of coating and substrate materials, low noise and emissions, simplicity and mobility of equipment, a wide range of possible thicknesses coatings, simplicity of technology.

Disadvantages of the method are: low coefficient of use of thermal energy of flue gases, restrictions on the use of some low-melting materials.

The method in question makes it possible to technologically obtain a strong coating with high adhesion properties, without mixing with the base material. The structural layer of the coating consists of a solid solution and excess phases of the deposition materials. The length of the fusion zone with the base material does not exceed 0.04 mm.

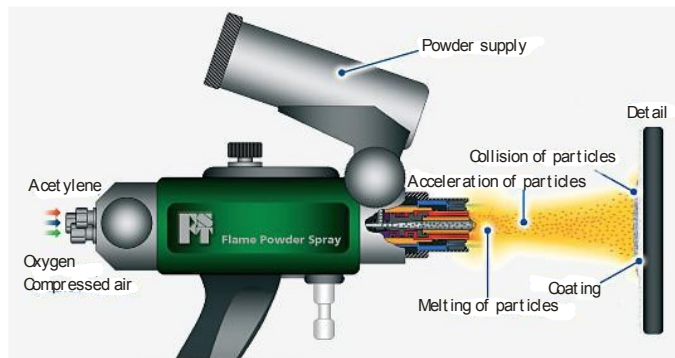


Figure 1 – Scheme of powdered gas-flame spraying

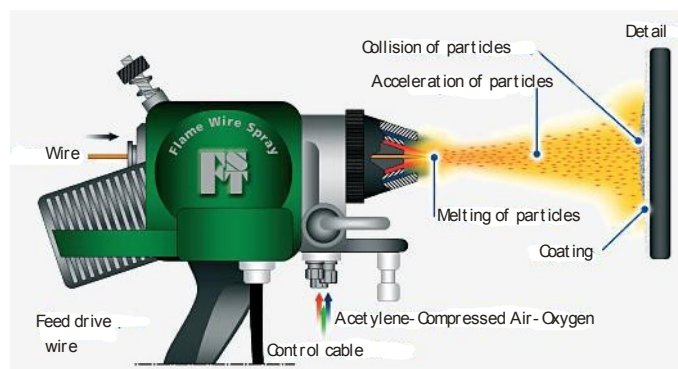


Figure 2 – Scheme of wire flame spraying

A variation of the gas-flame coating method, with supersonic exhaust velocity of the working gas-powder mixture (7–9 sound velocities). The key advantages of high-speed flame spraying are the high density of the resulting coating and the low content of oxides. The low content of oxides in the resulting layer is due to the fact that at a given high speed, the accelerated particles are extremely small in a high-temperature gaseous medium. An important factor is also not the high temperature ($\approx 3000\text{ }^{\circ}\text{C}$) of the gas environment in comparison with alternative processes.

One of the important advantages of the method is the formation of compression stresses in applied coatings. This allows to obtain thicker coatings (up to 10 mm), with high adhesive strength and porosity of less than 1 %, which is impossible with subsonic gas-thermal spraying methods. The method is characterized by high productivity (with the use of industrial equipment, the consumption of powder

material reaches 30 kg / h), which can be successfully used to apply anticorrosive coatings on the main pipeline transport and large-scale components of oil and gas and petrochemical industries.

The structural scheme of the apparatus for applying HVOF coatings is shown in figure 3.

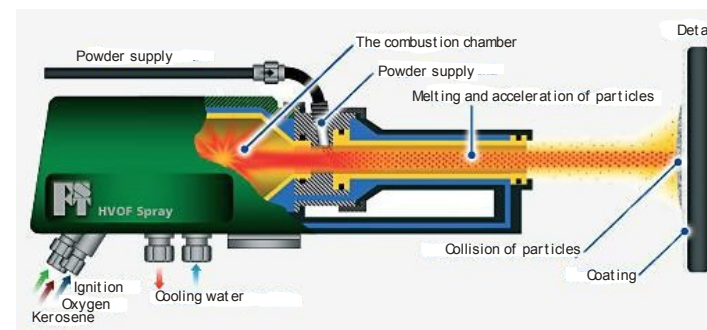


Figure 3 – High-speed gas-flame spraying scheme

The method in question makes it possible to technologically obtain a strong coating with high adhesion properties, without mixing with the base material. The structural layer of the coating consists of a solid solution and excess phases of the deposition materials. The length of the fusion zone with the base material does not exceed 0.04 mm.

CONCLUSIONS

The correct choice of a highly effective protective coating for a particular field of operation is not an easy task, which can be successfully solved by taking into account:

- properties of protective coatings;
- operating conditions of the product;
- economic validity of the application of the coating.

In the petrochemical industry, especially the transporting environments of high temperatures and pressures, the components and components of the equipment are subjected to highly corrosive and mechanical effects, therefore, it is most rational to use metallization methods of coating. The gas-flame method, as the most accessible coating technology, can be successfully used for surface treatment, both extended oil and gas pipelines, and small-sized parts, and equipment units of the petrochemical industry. This method ensures obtaining a uniform covering of the whole product area, which has a complex of required, easily variable, protective properties.

REFERENCES

- 1 **Baldaev, L. H.** Gazothermic spraying [Text]: a tutorial / L. X. Baldaev, V. N. Borisov, V. A. Vakhalin; under the Society. Ed. L. X. Baldayeveva. – M. : Market DS, 2007. – 344 p.
- 2 **Goncharov, V. S.** Methods for obtaining protective coatings [Text] / B. C. Goncharov // Mashinostroitel. – 2001. – № 57 – P. 30–337
- 3 **Kuznetsov, M. V.** Corrosion and protection from oil and gas and oil and gas equipment [Text]: Proc. allowance / M.V. Kuznetsov. – Ufa : UGNTU Publishing House, 2004 - 107 p. : ill.
- 4 **Kudinov, V. V.** Coating by spraying. Theory, technology and equipment [Text]: a textbook for universities / V. V. Kudinov, G. V. Bobrov. – M. : Metallurgy, 1992 – 280 p.
- 5 **Safonov, B. C.** Assessment of safety and risk indicators of promising high-pressure gas pipelines [Text] / B. C. Safonov, S. A. Kovalev, S. V. Ovcharov. – London, 2006.
- 6 **Semenova, I. V.** Corrosion and corrosion protection [Text] / I.V. Semenova, G. M. Florianovich, A. V. Khoroshilov. – M. : FIZMATLIT, 2002 – 336 p.

Material received on 01.06.18.

В. В. Рындин¹, Г. Г. Абдуллина², А. Т. Абдуллин³

Газ-плазмалық бүркі арқылы негізгі мұнай және газ құбырларын коррозиядан қорғау

^{1,2,3}Металлургия, машина жасау және көлік факультеті,
С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.
Материал 01.06.18 баспаға түсті.

В. В. Рындин¹, Г. Г. Абдуллина², А. Т. Абдуллин³

Защита магистральных нефтегазопроводов от коррозии методом газоплазменного напыления

^{1,2,3}Факультет металлургии, машиностроения и транспорта,
Павлодарский государственный университет
имени С.Торайгырова,
г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан.
Материал поступил в редакцию 01.06.18.

Құбырлардың коррозиясы мұнай-газ өнеркәсібіндегі апаттардың негізгі себептерінің бірі болып табылады. Бұл сала дәстүрлі түрде құбырлар арқылы тасымалданатын әділ агрессивті орталармен айналысады, сондықтан коррозиядан қорғау – бұл өнеркәсіптік қауіпсіздікті қамтамасыз етудің негізгі шаралардың бірі. Осы мақалада негізгі мұнай және газ құбырларының коррозияға төзімділігін арттыру мәселесі қарастырылуда. Осының салдарынан коррозияны бақылаудың оңтайлы әдісі таңдау маңызды. Коррозиядан қорғау саласында заманауи әзірлемелерді тиімді енгізу құбыржолдардағы коррозия әсерінен болатын жазатайым оқиғалар мен қаржылық шығындардың санын айтарлықтай азайтады. Коррозия процестерімен күресудің бір тәсілі – тозуға төзімді, тот басуға, температураға, абразивті тозуға және тағы басқа тозуға төзімді оңделген беттерді қамтамасыз ететін газ-плазмалық бітеуі.

Коррозия трубопроводов является одной из основных причин возникновения аварий в нефтегазодобывающей промышленности. Данная отрасль традиционно имеет дело с достаточно агрессивными средами, транспортируемыми по трубопроводам, поэтому обеспечение защиты от коррозии является одной из основных мер по обеспечению промышленной безопасности. В настоящей статье рассматривается проблема повышения коррозионной стойкости магистральных нефтегазопроводов. Вследствие этого, выбор оптимального метода борьбы с коррозией является особенно актуальным. Эффективное внедрение современных разработок в области защиты от коррозии позволит во многом сократить число аварий и финансовых потерь, которые вызваны влиянием коррозии на трубопроводы. Одним из методов борьбы с коррозионными процессами является газоплазменное напыление, которое обеспечивает обрабатываемым поверхностям повышенную износостойкость, включая устойчивость к коррозии, температурам, абразивному износу и т.д.

Д. К. Саканов¹, В. Н. Ларина², Н. М. Борцова³

¹к.т.н., вице-президент, АО «Казахстанский дорожный научно-исследовательский институт» Комитета автомобильных дорог Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан, г. Алматы, 050000, Республика Казахстан;

²зав. лабораторией, АО «Казахстанский дорожный научно-исследовательский институт» Комитета автомобильных дорог Министерства по инвестициям и развитию, г. Алматы, 050000, Республика Казахстан;

³ведущий инженер, отдел Дорожно-строительных материалов, АО «Казахстанский дорожный научно-исследовательский институт» Комитета автомобильных дорог Министерства по инвестициям и развитию, г. Алматы, 050000, Республика Казахстан

e-mail: ¹darkhan_ks81@mail.ru; ²ao_kazdornii@mail.ru; ³ao_kazdornii@mail.ru

**МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ЦЕМЕНТОВ
ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН**

В статье приведены результаты мониторинга качества цемента с 2013 по 2015 год для дорожного строительства в Республике Казахстан на соответствие действующим нормативным требованиям. За этот период было испытано 72 пробы портландцемента марок ПЦ 500-Д0-Н, ПЦ 400-Д0-Н шести заводов-производителей. Оценку качества цемента осуществляли с помощью стационарного оборудования – спектрометра «VENUS-200», работающего на основе рентгено-флюоресцентного анализа. Применение стационарно оборудованного спектрометра позволило значительно снизить трудоемкость работ и сократить сроки проведения испытаний при определении химического состава вяжущего одной пробы до 15–19 минут. В результате появилась возможность оперативной оценки минералогического состава цемента в совокупности с параллельным определением его физико-механических свойств. За этот период было установлено, что 19% из всего объема проб проверенных цемента не соответствовали нормативным требованиям по прочностным показателям, в частности, по прочности при изгибе и прочности на сжатие. В качестве основной причины явилось не соответствие ряда

проверенных цементов соотношению клинкерных минералов в вяжущем (то есть, C_3S , C_2A , C_4AF и C_2S), которое влияет на процессы гидратации и твердения цемента, предопределяет темп роста прочности цементного камня и бетона.

Ключевые слова: портландцемент, химический состав, минералогический состав, прочность при изгибе, прочность на сжатие, бетон, свойства.

ВВЕДЕНИЕ

Условия эксплуатации дорожных покрытий в Республике Казахстан характеризуются широким диапазоном особенностей, связанных с обширной территорией и своеобразием климатических условий ее регионов. Расширение объемов дорожного строительства с использованием тяжелого цементного бетона потребовало создания системы контроля его качества, с учетом жестких условий эксплуатации покрытий. В частности, кроме механических нагрузок от транспортных средств бетон испытывает температурно-влажностное воздействие, усиленное влиянием солей-антиобледенителей. Следует отметить, что температура среды эксплуатации в зимний период достигает в отдельных случаях $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, и в летний $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ и более при низкой ($\varphi \leq 40\text{ }^{\circ}\text{C}$) влажности воздуха.

Такому комплексному воздействию эксплуатационной среды способен противостоять и обеспечивать высокую эксплуатационную надежность и долговечность только материал, характеризующийся высокой плотностью (непроницаемостью) и прочностью.

Основные теоретические и практические представления о взаимосвязи структуры цементного бетона, ее проницаемости с прочностными и эксплуатационными свойствами (морозо-, соле-, водостойкостью и др.) сформировались во второй половине XX века [1...11]. Особую (а фактически – первостепенную при качественном ведении работ и организации ухода за твердением бетона) роль в формировании структуры цементного бетона имеет минералогический состав цемента [3, 4 и др.]. Согласно этому положению, сформулированному С. В. Шестоперовым, цемент для бетона высокой морозостойкости должен иметь нормированный минералогический состав и характеризоваться высоким содержанием трехкальциевого силиката ($C_3S \geq 55\%$) с ограниченным содержанием трехкальциевого алюмината ($C_3A \leq 8\%$ по действующим нормативам для «дорожного» цемента) и, по данным С. В. Шестоперова, для особо высокой морозостойкости – менее 4...6%. То есть, рекомендуется низкоалюминатный цемент. Причина этого ограничения в том, что кристаллогидраты, образующиеся в результате реакций C_3A с водой, содержат до 6-и и более ее молекул, а

структура этих новообразований в цементном камне более пористая, чем из кристаллогидратов других клинкерных минералов. Кроме этого, C_3A образует еще более крупные кристаллогидраты этрингита, что в целом понижает устойчивость бетона при попеременном увлажнении-высушивании и замораживании-оттаивании, снижая морозостойкость бетона.

В этой связи оперативная оценка минералогического состава применяемого цемента очень важна, но практическое его определение оперативным путем затруднено. Цементные заводы по существу оценивают минералогический состав на основании ранее накопленной информации. Поэтому оперативное определение химического состава проб конкретного (используемого) цемента и последующий расчет его минералогического состава позволяет с достаточной для практической работы точностью оценивать качество вяжущего на соответствие требуемым нормативам и показателями. Особенно, если при этом одновременно (параллельно) оцениваются физико-механические характеристики вяжущего.

РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ЦЕМЕНТОВ

В рамках обеспечения отрасли вяжущими, соответствующими действующим требованиям, с 2013 по 2015 годы проводился мониторинг качества цементов, поступающих на объекты строительства автомобильных дорог республиканского значения [12]. За этот период испытано 72 пробы портландцемента марок ПЦ 500-Д0-Н; ПЦ 400-Д0-Н от 6 заводов-производителей (таблица 1).

Таблица 1 – Объем производства цемента для автодорожной отрасли в Республике Казахстан

№ п/п	Наименование завода	Выпуск, тыс. тн		
		2013	2014	2015
1	ТОО «Цементный завод Семей»	104,5	93,6	303,6
2	ТОО «Стандарт цемент»	225,5	330,0	345,4
3	ТОО «Sas-Tobe Technologies»	80,0	94,5	75,5
4	АО «Бухтарминская цементная компания»	220,5	335,6	350,4
5	АО «Central Asia Cement»	145,0	134,4	280,5
6	ТОО «Жамбылская цементная компания»	130,0	228,5	225,0
Суммарный объем поставок		909,5	1216,6	1580,4
Количество испытанных проб		13	28	31
Количество проб, не соответствующих установленным требованиям по прочности при изгибе и прочности на сжатие		6	3	5

*Таблица составлена на основании информации заводов производителей и результатов испытаний.

Определение химического состава проб цемента осуществляли с использованием стационарно оборудованного спектрометра «VENUS-200» (рисунок 1), работающего на основе рентгено-флуоресцентного анализа.



Рисунок 1 – Общий вид спектрометра «VENUS-200» «VENUS Minilad»

Пробу цемента в количестве 4 г смешивали с 6 г борной кислоты. Полученную смесь тщательно перемешивали, засыпали в специальную форму и уплотняли на прессе при нагрузке 32000 кгс, получая образец диаметром Ø 40 мм и высотой 5 мм. Образец помещали в прибор, который оценивал химический состав цемента по процентному содержанию SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO . Продолжительность испытаний по определению химического состава соответствовала 15–19 минутам.

В таблице 2 приведены экспериментально установленные данные о химическом составе проб цемента и рассчитанным на этой основе значениям коэффициента насыщения (КН), силикатному модулю (n) и глиноземному (или – глиноземистому) модулю (p).

Таблица 2 – Данные о химическом составе проб цемента и соотношении оксидов

Средний фактический химический состав проб цемента, %				КН, доли ед.	n, доли ед.	p, доли ед.
SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO			
А. Для проб цемента, прочностные характеристики которого соответствуют нормативным требованиям:						
21,5	4,5	3,9	64,0	0,92	2,56	1,15
Б. Для проб, не соответствующих нормативным требованиям по прочностным характеристикам:						
17,6	3,2	5,8	59,6	1,1	1,95	0,55

В таблице 3 приведены расчетные данные о минералогическом составе цемента, полученном на основе его химического состава.

Таблица 3 – Минералогический состав проб цемента

Клинкерный минерал и расчетная формула по ГОСТ 33174-2014 [17]:	Для проб, удовлетворяющих нормативным требованиям по прочности, %	Для проб, не соответствующих нормативным требованиям по прочности, %
$3CaO \cdot Al_2O_3 = 2,65 \cdot Al_2O_3 - 1,69 \cdot Fe_2O_3$	min – max: от 1,0 до 7,0	min – max: от 7,0 до 15,0
$4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3 = 3,04 \cdot Fe_2O_3$	от 10,0 до 16,0	от 16,0 до 20,5
$3CaO \cdot SiO_2 = 4,07CaO - 7,60 \cdot SiO_2 - 6,72 \cdot Al_2O_3 - 1,42 \cdot Fe_2O_3$ $R_2O = Na_2O + 0,658 \cdot K_2O$	от 56,4 до 80,0 от 0,2 до 0,7	от 42,0 до 55,5 от 0,7 до 1,3

В таблице 4 выборочно приведены экспериментальные данные о прочности образцов-балочек (40x40x160 мм) при испытаниях по методике ГОСТ 310.4 [14] на изгиб и их половинок на сжатие. Состав цементно-песчаного раствора Ц : П = 1 : 3, при расходе Ц = 500 г, водоцементном отношении В/Ц = 0,40, уплотнении на вибрационной площадке в течение 3 минут, твердение – 28 сут. в воде .

Обобщенный анализ результатов мониторинга, относящихся как к данным о химическом составе проверенных проб цемента и рассчитанного на этой основе его минералогического состава, так и к оценке прочностных характеристик выборок вяжущего, из которых отбирали пробы для определения химсостава, позволяет сделать следующие выводы.

Таблица 4 – Прочностные характеристики цемента

Марка цемента и проб по табл. 2	Прочность при изгибе, МПа	Прочность на сжатие, МПа	Соответствие требованиям по прочности
ПЦ 400-Д0-Н: – проб «А»:	от 5,4 до 5,9	от 39,2 до 49,5	соответствует
– проб «Б»:	от 4,9 до 5,5	от 33,5 до 39,0	не соответствует
ПЦ 500-Д0-Н: – проб «А»:	от 5,9 до 6,3	от 49,0 до 52,4	соответствует
– проб «Б»:	от 5,6 до 5,9	От 41,0 до 47,6	не соответствует

В первую очередь необходимо отметить рациональность оперативного контроля химсостава цемента, что обеспечивает возможность достаточно точного расчета и контроля минералогического состава вяжущего. В свою очередь, те цементы, пробы которых по минералогическому составу удовлетворяли общепризнанным [3, 4] и означенным в действующих нормативах [13, 15] требованиям и ограничениям, фактически обеспечили и соответствие прочностных показателей. В частности, вяжущие, которые характеризовались содержанием $C_3S \sim 60 \pm 4 \%$ и суммарным содержанием $C_3S + C_3A > 60 \%$ при количестве $C_3A < 7,0 \%$ (таблицы 3 и 4).

Здесь следует отметить, что не во всех случаях при установленном соответствии по показателям химического состава, который нормируется ГОСТ 10178-85 [13], проверенные цементы по прочностным характеристикам отвечали предъявляемым требованиям. В частности, для цементов, не обеспечивших прочностные характеристики требуемого уровня, средние данные по оксидам (таблица 5) не удовлетворяют дополнительным требованиям [16], связывающим химсостав с его минералогическим составом, предопределяющим темп твердения, рост и уровень прочности образцов.

Таблица 5 – Дополнительные требования к показателям оксидов при определении химических составов цементов [16]

№ п/п	Наименование	Средний фактический результат для «не соответствующих» проб, %	Требуемый показатель, %
1	оксида кремния (SiO_2)	17,6	21-24
2	оксида алюминия (Al_2O_3)	3,2	4-8
3	оксида железа (Fe_2O_3)	5,8	2-4
4	оксида кальция (CaO)	59,6	63-76

Это несоответствие взаимосвязано с недостаточным содержанием C_3S в вяжущих с пониженными прочностными свойствами и суммы $C_3S + C_3A$, которая предопределяет темп твердения и кинетику роста прочности цементного бетона. Как следствие, по результатам определения показателей физико-механических свойств и химико-минералогического состава проверенных цементов 19 % проб не соответствовали нормативным требованиям по прочностным показателям (прочности при изгибе и сжатии).

Причиной выявленного несоответствия очевидно является нерациональный минералогический состав этих вяжущих. Данный вывод следует из установленных расчетом значений коэффициента насыщения КН, (таблица 2) для проб цементов, не соответствующих требованиям. Для них

в среднем КН $\sim 1,1$ долей ед., а для соответствующих требованиям проб – КН $\sim 0,92$, что соотносится с диапазоном практических (среднестатистических) значений КН $\sim 0,88-0,92$ д.ед., характеризующих качественные цементы (активные, с высоким темпом роста прочности).

Кроме того, в «не соответствующих» пробах низок силикатный модуль ($n \sim 1,95$) и глиноземистый (или глиноземный) модуль ($p \sim 0,55$), величины которых для «соответствующих» требованиям проб ($n \sim 2,56$ и $p \sim 1,15$ д.ед.) находятся в пределах норм для качественных вяжущих. Снижение величин модулей «n» и «p» свидетельствует о том, что в этих цементах меньше требуемого уровня минерала C_3S и повышенное содержание четырехкальциевого алюмоферита – C_4AF , при сниженном содержании алюмината C_3A . Последнее принципиально «полезно» с позиций обеспечения морозостойкости бетона, но одновременно снижает тем роста его прочности, а в сочетании с низким содержанием C_3S – и ее уровень в проектом (28 сут.) возрасте.

Здесь необходимо подчеркнуть, что при определении характеристик и свойств цементов, предназначенных к использованию, мы можем только констатировать их свойства, но не можем изменить. Химико-физико-технические свойства цемента в их совокупности предопределяются качеством (сбалансированностью) состава шихты, параметрами режима обжига клинкера и последующего помола, наличия, свойств и количества дополнительных ингредиентов – снижающих температуру обжига, ускоряющих процесс помола, минеральных добавок. Кроме того, существенно то, что оценка прочностных свойств цемента в 28 сут. важная, но не определяющая характеристика, если срок начала эксплуатации устраиваемого дорожного покрытия значительно больше.

В этой связи более существенны эксплуатационные свойства бетона, его надежность и обеспечиваемая долговечность покрытий. Фактически – морозо-, водо-, солестойкость, истираемость и другие, безусловно зависящие от прочностных характеристик цемента, но в большей степени – от плотности структуры и проницаемости цементного камня и бетона. Эти же свойства (при условии обеспечения должного качества работ при приготовлении бетона, его транспортировании, укладке при формировании и твердении) предопределяются минералогическим составом вяжущего, который взаимосвязан с его химическим составом и зависит от рационального соотношения оксидов кремния, алюминия, железа и кальция.

ВЫВОДЫ

1 Использование стационарного оборудования в виде спектрометра «VENUS-200» позволило значительно снизить трудоемкость работ и

сократить сроки проведения испытаний по определению химического состава цемента, что позволяет оперативно оценивать его минералогический состав и степень пригодности для бетона дорожных покрытий.

2 По результатам определения показателей физико-механических и химико-минералогических свойств отобранных на проверку 72 проб цементов разных производителей установлено, что 19 % из них не соответствует нормативным требованиям по прочностным показателям (прочности при изгибе и сжатии). На этом основании заказчику работ были внесены предложения о необходимости усиления требований к производителям вяжущих. С целью обеспечения должного качества дорожного бетона рекомендовано применять материалы для него после получения положительного заключения о их качестве со стороны компетентных лабораторий.

3 С учетом результатов мониторинга и выявленным достаточно большим количеством вяжущего, поставляемого в отрасль, как не в полной мере соответствующего требованиям действующих нормативов, планируется разработка ведомственного документа по «Рациональным составам и нормированию в дорожном цементе содержания отдельных химических веществ» с учетом климатических условий регионов Казахстана и с последующей разработкой на этой основе национального стандарта. Целевое назначение этих документов – совершенствование качества цемента, используемого в бетоне дорожных покрытий, с задачей обеспечения качества строительства, повышения эксплуатационной надежности, долговечности и безопасности автодорог.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 **Collins, A.** The destruction of concrete by frost. – Institute of Civil Engineers, 1944 nov. – P. 5412.
- 2 **Powers, T. A.** Working hypothesis for further studies of frost resistance of concrete. – J. Am. Coner. Inst., 1945. – № 4. – V. 16.
- 3 **Шестоперов, С. В.** и др. Цементный бетон в дорожном строительстве. – М. : Дориздат, 1950. – 132 с
- 4 **Шестоперов, С. В.** Долговечность бетона. – М. : Автотрансиздат, 1960. – 480 с.
- 5 **Стольников, В. В.** Исследования по гидротехническому бетону. – М.: – Л. : Госэнергоиздат, 1953. – 330 с.
- 6 **Дементьев, Г. К.** Условие долговечности бетона и железобетона. – Куйбышев: Куйбышевское книгоиздат, 1955. –120 с.

7 **Попов, Н. Д., Невский, В. А.** К вопросу об усталости бетона при многократных циклах чередующихся воздействий окружающей среды. // Тр. МИСИ им. В. В. Куйбышева. Сб. – № 15. – М., 1957. – С. 73–90.

8 **Конопленко, А. И.** К вопросу теории морозостойкости бетона. В сб. тр. Ростовского инженерно-строит института. Вып. XII. – Ростов – на-Дону, 1958.

9 **Мощанский, Н. А.** Повышение стойкости строительных материалов и конструкций, работающих в условиях агрессивных сред. – М. : Госстандарт, 1962. – 235 с.

10 **Горчаков, Г. И., Капкин, М. М., Скрамтаев, Б. Г.** Повышение морозостойкости бетона в конструкциях промышленных и гидротехнических сооружений. – М. : Стройиздат, 1965. – 195 с.

11 **Шейкин, А. Е., Чеховский, Ю. В., Бруссер, М. И.** Структура и свойства цементных бетонов. – М. : Стройиздат, 1979. – 344 с.

12 Вестник КаздорНИИ. Специальный выпуск. Достижения казахстанской дорожной науки за 2013–2015 года. №1–2 2016. – С. 49–50.

13 ГОСТ 10178-85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия.

14 ГОСТ 310.4-81 Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии.

15 ГОСТ 33174-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Цемент. Технические требования.

16 Справочник. Материалы и изделия для строительства дорог. – М. : Транспорт, 1986.

Материал поступил в редакцию 01.06.18.

Д. К. Саканов¹, В. Н. Ларина², Н. М. Борцова³

Қазақстан Республикасындағы жол құрылысы үшін цемент сапасының мониторингі

^{1,2,3}«Қазақстан Республикасы Инвестициялар және даму министрлігінің Автомобиль жолдары комитеті»

«Қазақстан жол ғылыми-зерттеу институты» АҚ,

Алматы қ., 050000, Қазақстан Республикасы.

Материал 01.06.18 баспаға түсті.

D. K. Sakanov¹, V. N. Larina², N. M. Borshova³

Monitoring of cement quality for road construction in the Republic of Kazakhstan

^{1,2,3}JSC «Kazakhstan Road Research Institute» of the Committee of Roads of the Ministry of Investment and Development of the Republic of Kazakhstan,

Almaty, 050000, Republic of Kazakhstan.

Material received on 01.06.18.

Мақала қолданыстағы нормативтік талаптарға сәйкестігіне Қазақстан Республикасында жол құрылысы үшін 2013 жылдан бастап 2015 жылға дейін цемент сапасын бақылау нәтижелерін ұсынады. Осы кезеңде, үлгісі портландцемент ПЦ 500-D0-N 72 брендтер, ПЦ 400-D0-N алты өндірушілер сыналды. Бағалау жүйесі цементтер тіркелген жабдықты пайдалана отырып, жүзеге асырылады - спектрометр «VENUS-200», операциялық рентген флуоресцентті талдау негізінде. бекітілген жабдықталған спектрометрдің пайдалану айтарлықтай жұмыс көлемін төмендетті және 15-19 минут бір үлгідегі байланыстырушы химиялық құрамын анықтау тест рет азайтады. Нәтижесінде, оның физикалық-механикалық қасиеттерін параллель анықтау бірлесіп цемент минералогиялық құрамын тез бағалау мүмкіндігі ретінде. Осы кезеңде, ол сынақтан цемент үлгілерін жалпы көлемінің 19% беріктігі параметрлер үшін нормативтік талаптарды, атап айтқанда, иілу кезіндегі беріктік шегі және қысу күшін қанағаттандыру үшін сәтсіз деп табылған. ылғалдандыру және цемент беріктендіру процестерін әсер байланыстырушы (яғни, S3S, C3A және S4AF S2S) дәлелденген цемент қатынасы клинкерлік минералдардың сәйкес емес болатын негізгі себебі, цемент тас және бетон беріктігін осы қарқыны анықтайды.

The article presents the results of cement quality monitoring for road construction against present regulations in Republic of Kazakhstan since 2013 to 2015. During this time 72 samples of portland cement grades PC-500-D0-N, PC-400-D0-N of 6 manufacturers were tested. The estimation of cement grade was performed by stationary equipment named Venus 200 spectrometer, which operates by X-Ray analysis method. Usage of spectrometer equipment allowed to decrease labour efforts and duration of test performance on identification of chemical makeup of one sample to 15–19 minutes as well. As a result we found out a possibility to perform an effective estimation of cement mineralogical structure and identificate

its physical-mechanical composition simultaneously. We found out that approximately 19 % of all tested cement samples do not meet regulations on strength, especially strength in bending and compressive strength regulatory requirements. The main reason is nonconformance of some tested cement samples in a quantity of clinker minerals in cementing (C_3S , C_2A , C_4AF , C_2S). It affects on hydration processes and cement retarder, predetermine the rate of strength growth of cement rock and concrete.

ГРНТИ 44.29.01

**А. Б. Уахитова¹, А. Ж. Динмуханбетова²,
Ж. Ж. Дюсенова³**

¹к.т.н., ассоц. профессор, Энергетический факультет, г. Астана, 010000, Республика Казахстан;

²м.т.т., ст. преподаватель, Энергетический факультет, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

³м.т.т., ст. преподаватель, магистр техники и технологии, Архитектурно-строительный факультет, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан
e-mail: ¹a.uakhitova@mail.ru; ²ardi100909@mail.ru; ³zhenisgull@mail.ru

КЛАССИФИКАЦИЯ СПОСОБОВ КОМПЕНСАЦИИ ЕМКОСТНОГО ТОКА ЗАМЫКАНИЯ НА ЗЕМЛЮ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ НАПРЯЖЕНИЕМ ВЫШЕ 1000 В

В статье рассматриваются вопросы, связанные с компенсацией емкостного тока замыкания на землю в электрических сетях с изолированной нейтралью напряжением 6–10 кВ. В работе представлена классификация применяемых в настоящее время способов компенсации емкостного тока замыкания на землю в электрических сетях напряжением выше 1000 В. Описаны используемые на практике дугогасящие реакторы, а также способы регулирования величины индуктивной проводимости. В рассматриваемых способах также приведены достоинства и недостатки представленных способов компенсации емкостного тока замыкания на землю. К основным недостаткам представленных в данной статье дугогасящих реакторов можно отнести сложность алгоритма управления системы автоматической настройки, высокую стоимость оборудования, громоздкость исполнения, а также необходимость квалифицированного обслуживания.

Ключевые слова: емкостной ток, дугогасящий реактор, электрическая сеть.

ВВЕДЕНИЕ

Для компенсации емкостного тока в сети с изолированной нейтралью напряжением 6–10 кВ производится подключение в нейтраль генератора или силового трансформатора дугогасящего реактора. Индуктивная проводимость дугогасящего реактора настраивается соответственно емкостной проводимости сети, путем изменения индуктивности производится компенсация емкостного тока в сети дугогасящим реактором.

При повреждении изоляции одной из фаз электрической сети с изолированной нейтралью возникает ток однофазного замыкания на землю, где ее емкостная составляющая компенсируется индуктивным током дугогасящего реактора, что приводит к снижению дуги в месте замыкания и соответственно производится замедление процесса разрушения изоляции.

При компенсации емкостного тока в электрической сети с изолированной нейтралью производится резонансная настройка реактора. Поэтому для поддержания режима полной компенсации емкостного тока однофазного замыкания на землю с стабилизацией необходимы дугогасящие реакторы специальной конструкции, которые оснащены устройствами управления для быстрого и плавного изменения индуктивной проводимости дугогасящего реактора.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

По способу регулирования величины индуктивной проводимости дугогасящие реакторы делятся на:

- реакторы с плавным регулированием;
- реакторы со ступенчатым изменением индуктивности.

Дугогасящие реакторы с плавной регулировкой индуктивной проводимости делятся на плунжерные и реакторы с подмагничиванием. Дугогасящие реакторы с плавной регулировкой производит регулирование за счет изменения величины воздушного зазора в магнитопроводе. Дугогасящие реакторы с подмагничиванием индуктивности содержит специальную обмотку управления, где под действием постоянного тока изменяется ее индуктивная составляющая.

В практике компенсации емкостного тока используются регулируемые Дугогасящие реакторы с тиристорным управлением, которые осуществляют широтно-импульсную модуляцию напряжения смещения нейтрали путем прерывания тока через реактор.

Дугогасящие реакторы со ступенчатой регулировкой индуктивности классифицируются на реакторы с мелкоступенчатым и крупноступенчатым изменением индуктивной проводимости реактора.

В практике эксплуатации электрических сетей напряжением 6–10 кВ производят автоматическую компенсацию емкостного тока замыкания на землю. Наиболее широкое распространение получили фазовые автоматические системы компенсации, которые рассчитаны на функционирование в нормальном режиме сети. Следует отметить, что они являются единственным типом промышленно реализованных регуляторов для высоковольтных сетей, так как обеспечивают удовлетворительную работоспособность в режиме однофазного замыкания на землю [1].

Недостатком фазовых автоматических систем компенсации является создание искусственной несимметрии, что ухудшает эксплуатационные характеристики электроустановок, приводящие к снижению эффективности системы электроснабжения промышленных предприятий.

К универсальным системам резонансной настройки относятся пополнение объема рабочей информации за счет параметрического воздействия на объект. Широкое применение нашли системы резонансной настройки с использованием экстремальной зависимости выходных координат контура нулевой последовательности сети от индуктивности дугогасящего реактора, напряжения смещения нейтрали, тока дугогасящего реактора или напряжения поврежденной фазы. Параметры напряжения нулевой последовательности сети, напряжения смещения нейтрали, тока дугогасящего реактора или напряжения поврежденной фазы регистрируются амплитудным детектором на выходе управляемого объекта, формирующий экстремальную зависимость амплитуды колебаний от индуктивности дугогасящего реактора. На основе вышеизложенного следует, что системы с резонансной настройки с использованием экстремальной зависимости содержат сложный алгоритм управления дугогасящего реактора и построения автоматических систем компенсации, что является существенным недостатком.

Отличие принципа действия регулирования индуктивной проводимостью дугогасящего реактора состоит в искусственно создаваемой периодической модуляции амплитуды напряжения вводимого в сеть от постороннего источника искусственной несимметрии, которая выделяется из напряжения смещения нейтрали или тока дугогасящего реактора в виде сигнала поисковой частоты. Следует отметить, что от выбора выходной координаты и способа создания искусственной несимметрии эти сигналы являются ортогональными или синфазными по отношению к вводимой поисковой модуляции входного сигнала. Рассматриваемый способ управления индуктивной проводимостью дугогасящего реактора содержит следующие недостатки:

- импульсивность управляющей характеристики;
- неквазистационарные эффекты.

Широкое применение получили автоматические системы компенсации емкостных токов замыкания на землю в сети напряжением 6–10 кВ с дугогасящими реакторами со ступенчатым регулированием индуктивной проводимости. В настоящее время дугогасящие реакторы со ступенчатым способом регулирования сняты с производства, в связи с тем, что нельзя использовать автоматические системы компенсации. Следует отметить, что дугогасящие реакторы со ступенчатым регулированием и без регулирования нашли широкое применение в системах электроснабжения промышленных предприятий [2].

Ограничение возможности регулировки таких реакторов основаны тем, что при ручном переключении ответвлений, незначительном количестве ответвлений, большом шаге индуктивности, не позволяет их применять в качестве исполнительных органов автоматических систем компенсации емкостного тока при однофазном замыкании на землю. В связи с тем, что 80 % вышеуказанных аппаратов находятся в эксплуатации, то необходимо создать способы компенсации емкостных токов в сетях с изолированной нейтралью напряжением 6–35 кВ с нерегулируемыми дугогасящими реакторами.

Для устранения недостатков серийных дугогасящих реакторов типа ЗРОМ и РЗДОСМ проводились инновационные работы, связанные с разработкой тиристорных коммутаторов [3]. Использование тиристорных коммутаторов в качестве управляющего органа дугогасящего реактора позволили уменьшить шаг индуктивности за счет включения обмоток в различных сочетаниях. Такой способ управления относится к мелкоступенчатому регулированию индуктивности. Положительной стороной дугогасящего реактора тиристорным коммутатором следует отнести их высокое быстродействие, так как время любого изменения индуктивности может достигать 20 мс. Данные дугогасящие реакторы имеют линейность такую же, как у дугогасящего реактора плунжерного типа, не потребляют энергию на подмагничивание и уступают дугогасящим реакторам с подмагничиванием лишь в стоимости и надежности за счет электронной части [1]. Дугогасящие реакторы с тиристорным коммутатором имеет высокую стоимость и громоздкость исполнения, что является существенным недостатком.

Резонансная или перекомпенсационная настройка определяется вычислением емкости сети при однофазном металлическом замыкании на землю, так как при замыкании через перемежающиеся сопротивления наблюдаются переходные процессы, вследствие периодических возникновений и гашений дуги в месте пробоя изоляции. Поэтому настройку выполняют на основе величин установившихся токов и напряжений нулевой последовательности.

При однофазном металлическом замыкании на землю напряжение нулевой последовательности становится равным фазному напряжению сети. При этом активный ток обусловлен активными потерями изоляции, а емкостной ток и ток дугогасящего реактора характеризуют место замыкания на землю.

В практике эксплуатации систем электроснабжения промышленных предприятий нашли применение регуляторы ШИМ-управляемыми дугогасящие реакторы для компенсации емкостного тока замыкания на землю в сетях напряжением 6–35 кВ. Высокое быстродействие достигается тем, что управление тиристорным ключом производится по первой гармонике в каждом полупериоде, что определяет ее индуктивные свойства.

В работе [4] описано устройство быстродействующего ШИМ-управляемого дугогасящего реактора на основе типовых ЗРОМ, РЗДОСМ и РЗДПОМ путем установки тиристорных ключей, необходимых защит силового модуля и автоматического регулятора.

В нормальном режиме работы сети и режиме однофазного замыкания на землю основным выходом блока управления производится прерывание длительности тока через фиксированную индуктивность дугогасящего реактора. Путем создания напряжения смещения нейтрали производится резонансная настройка на фазовом принципе в нормальном режиме. Создание напряжения смещения производится применением несимметричного присоединительного трансформатора, или путем подключения между одной из фаз сети и землей высоковольтного конденсатора.

Громоздкость высоковольтных тиристорных ключей, а также высокое содержание высших гармоник в компенсирующем токе указанных реакторов, является существенным недостатком систем с ШИМ-управляемыми дугогасящими реакторами.

Дугогасящие реакторы с подмагничиванием нашли широкое применение в системах электроснабжения промышленных предприятий для автоматической компенсации емкостных токов замыкания на землю в сетях напряжением 6–10 кВ [5]. Реакторы типа РУОМ, РОУ содержат более совершенные характеристики, которые близки к плунжерным дугогасящим реакторам. Управляемые подмагничиванием дугогасящего реактора состоят из двух основных функциональных блоков: электромагнитной части; тиристорного преобразователя.

Управляемый реактор представляет собой двухобмоточный трансформатор с расщепленным стержнем, где одна обмотка является сетевой, а вторая – управляющей. К сетевой обмотке подключена электрическая сеть, а управляющая обмотка подключена к регулируемому по величине источнику постоянного напряжения. Секции сетевой и управляющей обмоток включены встречно-параллельно и не имеют прямой

электромагнитной связи. Обмотки создают магнитные потоки: сетевая обмотка – переменный поток промышленной частоты; управляющая – постоянный поток подмагничивания, который регулируется по величине.

В аварийном режиме сети, то есть при однофазном замыкании на землю и возникновении напряжения на нейтрали более 15% от напряжения фазы относительно земли генерация импульсов системой управления прекращается и в дугогасящий реактор устанавливается индуктивная проводимость, равная последнему перед замыканием значению емкостной проводимости сети.

При устранении аварийного режима однофазного замыкания на землю дугогасящий реактор продолжает сохранять проводимость неизменной и частота свободных колебаний напряжения на реакторе остается равной частоте электрической сети. Это обеспечивает плавное восстановление напряжения в фазах без каких-либо перенапряжений [6].

В практике эксплуатации дугогасящего реактора типа РУОМ, РОУ по массе, габаритным параметрам соизмеримы с известными дугогасящими реакторами электромеханического типа и могут произвести их замену без особых капитальных затрат на сооружение, а также возможна совместная эксплуатация с дугогасящими реакторами других типов.

Достоинствами дугогасящих реакторов является их быстродействие в режиме однофазного замыкания на землю, время регулирования всего диапазона индуктивности составляет 1÷3 с.

К недостаткам управляемых дугогасящих реакторов следует отнести: сложность алгоритма управления системы автоматической настройки; высокую стоимость, а также необходимость квалифицированного обслуживания.

В работе [7] представлен способ автоматической компенсации емкостного тока в сети напряжением 10 кВ, питающей сталеплавильные печи, схема которой содержит емкости фаз сети, дугогасящий реактор, подключенный в нейтраль трансформатора собственных нужд подстанции, трансформатор напряжения, систему автоматической настройки компенсации, где на входе подключен диодный мост, в диагональ которого подключен тиристорный оптрон с системой импульсно-фазового управления вертикальным способом, изменяющий величину линейного напряжения в зависимости от изменения сопротивления, регулирование которого производится путем использования нормально отключенных и включенных контактов реле положения выключателей нагрузки электрических печей.

Рассматриваемый способ автоматического управления компенсации емкостного тока позволяет повысить эффективность системы электроснабжения промышленных предприятий.

ВЫВОДЫ

Таким образом, рассмотренные выше способы компенсации емкостного тока замыкания на землю в электрических сетях с изолированной нейтралью напряжением выше 1000 В имеют свои недостатки и преимущества.

Для повышения эффективности системы электроснабжения на промышленных предприятиях широкое применение получили устройства компенсации емкостного тока в сетях напряжением 6–35 кВ. Устройства компенсации емкостного тока в сетях напряжением 6–35 кВ используют систему автоматической настройки компенсации с целью автоматического управления дугогасящими реакторами при возникновении замыкания какой-либо фазы на землю.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Обабков, В. К., Сергин, Е. В.** Построение самонастраивающейся системы компенсации емкостных токов утечки с поиском поврежденной фазы // Известия вузов. Горный журнал. – 1983. – № 3. – С. 90–94.

2 **Цапенко, Е. Ф.** Замыкания на землю в сетях 6–35 кВ. – М. : Энергоатомиздат, 1986. – 128 с.

3 **Кисленко, С. И.** Оптимальный режим работы тиристорного переключателя ответвленной обмотки индуктивности // Моделирование и автоматизация электроэнергетических установок. – Киев : Наукова думка, 1988. – С. 139–144.

4 **Брянцев, А. М.** Управляемые подмагничиванием электрические реакторы // Сборник статей. – М. : Знак, 2004. – 264 с.

5 **Валеев, Г. С., Петров, О. А., Панова, Е. Д., Маврицкий, Л. Г., Соболев, В. Д.** Четырехстержневой дугогасящий реактор с подмагничиванием // Электрические станции. – М. : 1983. – № 3. – С. 50–52.

6 Справочник. Аппараты защиты. // Институт промышленного развития, Т. 3. – Информэлектро, 2001. – 70 с.

7 **Утегулов, Б. Б., Утегулов, А. Б., Уахитова, А. Б.** Способ автоматического регулирования дугогасящим реактором в сетях напряжением 6–10 кВ Инновационный патент № 24141. КазПАТЕНТ. – Астана, 2011. – 3 с.

Материал поступил в редакцию 01.06.18.

А. Б. Уахитова¹, А. Ж. Динмуханбетова², Ж. Ж. Дүйсенова³

Кернеу 1000 В жоғары электр желілерінде жерге тұйықталған сыйымдылықты тогының өтемақысы әдістерді жіктеу

¹Энергетика факультеті,

С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті,
Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы;

²Энергетикалық факультеті,

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы;

³Сәулет-құрылыс факультеті,

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.

Материал 01.06.18 баспаға түсті.

A. B. Uahitova¹, A. Zh. Dinmukhanbetova², Zh. Zh. Dyusenova³

Classification of compensation methods for capacitive earth fault current in electric networks above 1000 V

¹Energy Faculty,

S. Seifullin Kazakh AgroTechnical University,
Astana, 010000, Republic of Kazakhstan;

²Faculty of Energy Engineering,

S. Toraihyrov Pavlodar State University,
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan;

³Faculty of Architecture and Civil Engineering,

S. Toraihyrov Pavlodar State University,
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.

Material received on 01.06.18.

Мақалада 6–10 кВ кернеудегі оқшауланған бейтараптағы электр желілерінде жерге тұйықталған сыйымдылықты тогының өтемақысымен байланысты сұрақтар қарастырылады. Жұмыста кернеу 1000 В жоғары электр желілерінде жерге тұйықталған сыйымдылықты тогының өтемақысы қазіргі уақытта пайдаланатын әдістердің жіктеуі ұсынылған, және де тәжірибеде қолданылатын доға сөндіретін реакторлар сипатталған, индуктивті өткізгіштіктің шамасын реттейтін әдістері. Және де қарастырылған әдістерде ұсынылған жерге тұйықталған сыйымдылықты тогының өтемақысы әдістерінің артықшылықтары мен кемшіліктері

берілген. Бұл мақалада ұсынылған доға сөндіретін реакторлардың негізгі кемшіліктерге автоматты баптау жүйенің басқару алгоритмінің күрделілігін, жабдықтардың жоғары құны, орындалу үлкенділігі, және де білікті қызмет керектілігін жатқызуга болады.

The questions, related to compensation of the capacitive earth fault current in electrical networks with an isolated neutral voltage of 6–10 kV, are examined in this article. The classification of current methods used to compensate the capacitive earth fault current in electrical networks with voltages higher than 1000 V are presented in this paper. The arc extinguishing reactors used in practice, as well as methods for regulating the value of inductive conductivity, are described. In the considered methods, the advantages and disadvantages of the present methods for compensation of the capacitive earth fault current are also given. The main disadvantages of arc suppression reactors presented in this article include the complexity of the automatic control system control algorithm, the high cost of equipment, the cumbersome performance, and the need for qualified maintenance.

A. K. Khortsev

Faculty of Chemical Technology and Natural Sciences, «Oil and Gas Engineering»
Department, S. Toraihyrov Pavlodar State University, Pavlodar, 140008, Republic
of Kazakhstan
email: akhortsev.75@mail.ru

USE OF A COMPLEX OF METHODS FOR INSPECTION OF THE OIL REFINERIES TECHNOLOGICAL EQUIPMENT

The article deals with issues related to the determination of the main problems of harmful effects on the equipment of oil refineries, methods of the most effective survey, the economic expediency of timely diagnostics, not bringing the equipment to a critical state, leading to an accident and stopping whole oil refinery complexes, because of the downtime of which the industry will suffer huge losses, automatically leading to a rise in the cost of the final strategic product – fuel for Kazakhstan.

The survey methods, the possibility of their integrated application, the effectiveness of the implementation of monitoring systems and, in general, the application of additional types of control, as well as modern non-classical methods and technologies, were also examined and noted.

The article considers the main methods of controlling equipment for oil refining production, applicable to this sphere, as well as the experience in terms of the informativeness of these methods and the applicability in actual production. The issue of surveys, which is constantly developing with regard to the development of methods and the introduction of new methods that go into monitoring the state during operation and determine the criteria of the limiting state before decommissioning for repair or replacement of worn-out equipment, is touched upon.

Keywords: examination, inspection, diagnostics, non-destructive testing, equipment safety.

INTRODUCTION

The Law of the Republic of Kazakhstan «On Civil Protection» obliges organizations operating hazardous production facilities to conduct examination (diagnostics) and survey (testing) of technical devices, equipment and structures on time and in the established manner. The ultimate goal of the examination is to

obtain the most accurate information about the actual technical condition of the equipment, identify the weakest points and to fulfill the forecast of the possibility and timing for further safe operation, or indicate the degree of danger and issue recommendations for repair or replacement of defective items.

Reliability – the property of the object to save in time within the specified limits the values of all parameters characterizing the ability to perform the required functions in the specified modes and conditions of use. Reliability is estimated by reliability, durability, maintainability, resource, as well as a combination or combination of these properties. The main damaging factor of the technological equipment of oil refineries is the effect of corrosion and erosion on the internal elements of vessels, heat exchange equipment, pipelines, tubing ovens and tubing. It is not always possible to identify weakened places of equipment using classical survey methods (by examination and non-destructive methods: ultrasonic, capillary, magnetic, etc.). To date, many methods have been developed for diagnosing petrochemical equipment, where the leading positions are occupied by the USA, Germany, Canada, against which background one can also note the desire of Russian companies to introduce new technologies and survey methods. In the west of Kazakhstan, companies that apply American standards (ASME and ASTM) and related technologies prevail.

MAIN PART

When determining the degree of danger of a production facility, the stressed state of the monitored elements, the type of defects, their dimensions and orientation relative to the acting stresses are taken into account. The main factors determining the degree of danger of a defect are the amount of thinning of the sealed partitions and the coefficient of concentration of mechanical stresses (in the cracks, the stress intensity factor), showing how many times the maximum local stresses in the defect zone are higher than in the defect-free zone. Because of the large number of constructive, technological and operational factors affecting reliability, it is impossible to accurately calculate or predict it. Reliability can only be estimated approximately by calculating using probability theory and mathematical statistics or specially organized tests, as well as collecting operational data on failures.

To assess the actual technical condition and control the reliability of equipment (its main nodes), data are analyzed on the time indices of equipment reliability – resource, service life, operating time (total – from the beginning of operation, from the last major overhaul). Reliability indicators, determined by years for a period of at least two years of operation in accordance with GOST 27.002, are calculated by the formulas given in table. 1.

On the basis of the analysis of quantitative reliability indicators, a decision is made on the need to diagnose the equipment, repair it, or replace it. The level

of quantitative estimates differs depending on the type of equipment. Thus, for pump-pumping stations, when the average time between failures is reduced by 10%, the probability of failure-free operation by 3 %, equipment, regardless of the development of the assigned resource, is subject to technical examination. The decrease in the coefficient of technical use of equipment by 3 ... 5 % indicates the need for an economic assessment of the feasibility of its further operation.

Table 1

Name and symbol of the indicator According to GOST 27.002	The formula for calculating the static estimate of the reliability index
Mean time between failures (time between failures) \bar{T}	$\bar{T} = \frac{1}{r} \sum_{i=1}^r t_j$
Average life (average life) \bar{D}	$\bar{D} = \frac{1}{r} \sum_{j=1}^n t_{pecj}$
Average time of unscheduled restoration (repair) \bar{T}_B	$\bar{T}_B = \frac{1}{r} \sum_{i=1}^r t_{B,i}$
Average time of planned restoration (repair) $\bar{T}_{ППР}$	$\bar{T}_{ППР} = \frac{1}{\bar{N}_{ППР}} \sum_{i=1}^{\bar{N}_{ППР}} t_{ППРi}$
The probability of failure-free operation $P(t)$	$P(t) = 1 - \frac{n(t)}{n}$
Coefficient of technical use $K_{Т.И.}$	$K_{Т.И.} = \frac{\bar{T}}{\bar{T} + \bar{T}_B + \bar{T}_{ППР}}$

Where:

r – the number of failures that occurred during the observation period число отказов, произошедших за период наблюдений t ;

t_i – is the time between two successive failures;

n – is the number of objects operable at the initial time (operational observations) $t=0$;

t_{pecj} – working time for each of the objects from the beginning of operation;

t_{ei} – duration of unscheduled recovery after the first failure of equipment;

$t_{ППРi}$ – the duration of the i -th planned recovery of equipment;

$\bar{N}_{ППР}$ – number of planned repairs of equipment for the observation period t ;

$n(t)$ – is the number of objects (equipment) that failed on the time interval $0...t$.

The above definitions show that the reliability of the equipment depends not only on the quality of its manufacture, but also on the timely inspection and detection of defects, the completeness and quality of the repairs carried out.

The requirement to improve the reliability of equipment collides with the requirement to achieve maximum economic effect. Any increase in reliability is achieved by increasing the cost of manufacturing equipment, equipping them with modern monitoring systems and diagnosing their technical condition. Simultaneously with the increase in the cost of manufacturing Q_M equipment and in order to increase its reliability, P costs for maintenance and repair of Q_P are reduced during the entire service life of the equipment (Figure 1). Total operating costs $Q_C = Q_M + Q_P$ have some minimum value, corresponding to optimal reliability. Reducing operating costs and losses from accidents and downtime of equipment, is one of the main sources of increasing profitability of oil refineries.

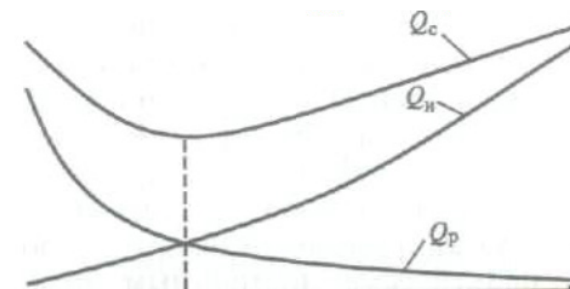


Figure 1 – Costs for the manufacture, repair and operation of equipment

The most important indicator of reliability is reliability. In this case, a refusal is an event consisting in a violation of the operability of a technical system or its elements. Criteria for equipment failures are: termination of operation, reduction of operating parameters for the maximum permissible level. The most dangerous are failures leading to catastrophic situations, the occurrence of which creates a threat to life and health of people, leads to severe economic losses or causing great harm to the environment.

If the consequence of failure is a catastrophic situation, then the level of reliability should be set as high as possible. Economic issues in this case are not paramount.

Failures can be divided into two types: sudden and gradual. Sudden failures occur at any time due to various unforeseen circumstances: sudden increase in load, mechanical damage, natural disasters, etc. The appearance of gradual failures is preceded by the accumulation of defects and damages. The general pattern of the distribution of the failure rate in time is shown in Figure 2.

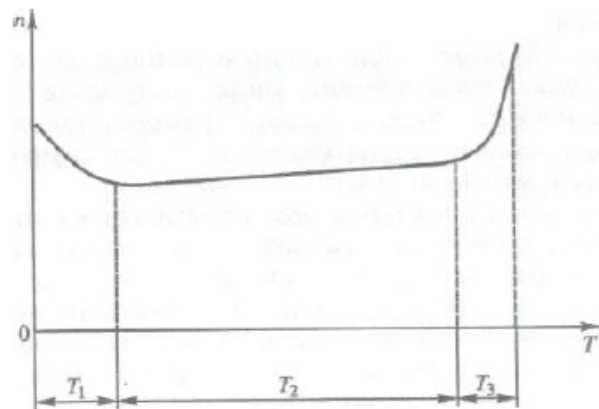


Figure 2 – Distribution of failure rate:

T1 – the period of run-in (applicable to machinery);

T2 – the period of normal operation;

T3 – the period of accelerated accumulation of damage

Statistically, the increase in the number of failures in the initial period of operation is explained by the running-in of parts and the manifestation of structural and production defects. The period of normal operation is the longest and is characterized by a practically constant value of the failure rate. In the third and final period, the so-called degradation failures manifest themselves, the intensity of which increases with increasing wear, accumulation of microdamages and degradation of the properties of materials. Ensure the required equipment reliability, especially when monotonous accumulation of defects and damages, exclude emergency situations and minimize operating costs is possible only by conducting timely and high-quality diagnostics.

To carry out the most qualitative examination in modern conditions, it is necessary to apply a whole range of control and diagnostic methods. Based on the experience of surveys of world leaders, depending on the type of equipment and taking into account the level of technological complexity of the elements under examination, it is possible to divide into the following types:

1 Preliminary examination. In this case, scanning methods are used that cover the objects as a whole. These methods, well-proven in practice, are:

– acoustic emission method (based on reading of ultrasonic vibrations, which emit internal defects themselves as a result of static loading by various sources of pressure on loads, higher than ordinary workers, close to calculated ones);

– the method of magnetic memory of metal (based on reading the residual magnetization of the metal (magnetic anomalies) as a result of the growth of

residual induction under the action of an external magnetic field (the Earth's field). The zones of stress concentration, defects, heterogeneity of the metal structure and welded joints are determined;

– screening systems for pipelines monitoring (modern method based on acoustic echo-method of nondestructive testing The system generates ultrasonic waves of various frequencies in a controlled pipeline, allows complex inspection of large sections of pipelines with only one ring with transducers located in a convenient place for monitoring.

The above-mentioned methods of preliminary examination allow to diagnose the whole object without its decommissioning, to determine the presence and degree of danger of defective places, to determine their location for further more detailed control by classical methods.

2 Examination by classical methods, mainly carried out after decommissioning of equipment, in the places of the most loaded, as well as on the results of inspection and the conducted preliminary control. The following control methods are used:

– subsonic (measurement of residual thickness, control of welded joints, scanning of base metal) - reveals internal discontinuities (defects), their dimensions and exact location, size of the thickness of the metal bearing strength properties;

– magnetic (magnetic particle method) – reveals surface and subsurface defects at a depth of 2–3 mm;

– capillary method – reveals defects that appear on the monitored surface, as well as through defects;

– X-ray method – based on the registration and analysis of penetrating ionizing radiation after interaction with a controlled object, allows to identify internal hidden defects.

The above-mentioned methods are recommended to be applied in a complex, as they complement each other, as a result of which the hidden defects are most likely to reveal, which, when combined with harmful factors (corrosion, metal fatigue, cracking, external loads, etc.) lead to a catastrophic development of defects and accident.

3 The final methods of examination are:

– testing the strength of the object as a whole for design parameters in combination with methods. Applied during the preliminary examination. The strength test by raising internal pressure in the equipment to be inspected is one of the most important tests that will allow to reveal all the elements of the object, including those that have not been examined by the above methods (located inaccessible places due to design features or due to location earth, air, etc.), under thermal insulation);

– analysis of the results obtained from all control methods – allows you to compare the data of previous repairs, defects, malfunctions with the latest research

and testing, identify places that are most susceptible to harmful influences and differ from the general main background of the responsible elements bearing strength properties.

– performance of calculations and forecasting of the remaining service life before the onset of the limit state. Do not allow further operation.

Modern control methods are also well proven in the part of monitoring the state of equipment in the work process, which also gives an economic benefit. A vivid example is the use of stationary vibration monitoring systems for machinery (pumps, compressors, electric motors), due to which the majority of oil refineries have moved away from the system of preventive maintenance, and are performing them according to the actual state of the equipment.

CONCLUSIONS

The analysis of the modern application of the complex of measures and methods of examination of various equipment for diagnosing and examination at oil refineries is presented. Indicators of equipment reliability, economic feasibility of conducting qualitative diagnostics and timely repair and reducing operating costs in comparison with losses from accidents and downtime of equipment are determined, which is one of the main sources of increasing profitability of oil refineries. Ways to improve the quality of surveys and reduce operating costs have been identified, with the introduction of monitoring tracking systems in the working process of oil refineries in Kazakhstan.

REFERENCES

- 1 **Bogdanov, E. A.** Basics of technical diagnostics of oil and gas equipment. – М. : «Higher School», 2006. – 233 p.
- 2 **Dubov, A. A.** Risk monitoring based on early diagnostics of the metal condition of equipment and structures in stress concentration zones – sources of damage development // Chemical Engineering. – 2016. – № 4. – P. 26–28.
- 3 **Dubov, A. A.** New Requirements for Methods and Means for Diagnosing the Stress-Strain State of Materials // Mir. – 2012. – № 6. – P. 38–42.
- 4 **Davydova, D. G.** Defects of technological pipelines // Industrial safety of the Urals. – 2012. – № 8. – P. 14–15.
- 5 **Shitov, D. V., Zhukov, A. V.** Localization of defects in equipment operating under pressure, using the method of acoustic emission // Chemical Engineering. – 2012. – № 3. – P. 34.

A. K. Horцев

Мұнай өңдеу кәсіпорындарының технологиялық жабдықтарын зерттеу әдістері кешенін пайдалану

Химиялық технологиялар және жаратылыстану факультеті,
С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.
Материал 01.06.18 баспаға түсті.

A. K. Horцев

Использование комплекса методов обследования технологического оборудования нефтеперерабатывающих предприятий

Факультет химических технологий и естествознания,
Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова,
г. Павлодар, 140008, Павлодарская область Республика Казахстан.
Материал поступил в редакцию 01.06.18.

Бұл мақалада мұнай өңдеу кәсіпорындарының құрал-жабдықтарына зиянды әсер етудің негізгі проблемаларын анықтаумен, тексерулерді анағұрлым тиімді жүргізу әдістерімен, бүтіндей мұнай өңдеу өндірісі кешендерінің апаратын және тоқтауынан көп шығынға ұшырауға әкелетін, автоматты түрде Қазақстан үшін отынның соңғы стратегиялық өнімінің өзіндік құнының артуына алып келетін жабдықтың әбден тозуына жеткізбей уақытылы диагностика жүргізудің экономикалық тұрғыдан маңыздылығына қатысты мәселелер қарастырылады.

Сонымен қатар зерттеу әдістері, оларды кешенді қолдану мүмкіндіктері, мониторинг жүйелерін енгізудің тиімділігі және тұтастай бақылаудың қосымша түрлері ретінде қолданылатын заманауи классикалық емес әдістер мен технологиялар қарастырылды және белгіленді.

Мақалада мұнай өңдеу өндірісіне арналған, осы салаға қолданылатын жабдықтарды бақылаудың негізгі әдістері, сондай-ақ осы әдістердің ақпараттылығы мен өндірісте қолданудың тәжірибесі қарастырылады. Пайдалану үдерісінде және шекті жағдайлар критерийлерін анықтаудан жөндеуге пайдаланудан шығаруға немесе тозған жабдықты ауыстыруға дейін мониторингтеуге ауысатын, әдістерді әзірлеу мен енгізудің жаңа әдістерін енгізу бөлігінде үнемі дамып келе жатқан зерттеу мәселесі қозғалды

В статье рассматриваются вопросы, связанные с определением основных проблем вредных воздействий на оборудование нефтеперерабатывающих предприятий, методами наиболее эффективного проведения обследований, экономической целесообразности своевременной диагностики не доводя оборудование до критического состояния, приводящего к аварии и остановке целых комплексов нефтеперерабатывающего производства, из-за простоя которого отрасль потерпит колоссальные убытки, автоматически приводящие к удорожанию конечного стратегического продукта – топлива для Казахстана.

Так же рассмотрены и отмечены методы обследований, возможность их комплексного применения, эффективность внедрения мониторинговых систем и в целом, применения как дополнительных видов контроля – современные не классические методы и технологии.

В статье рассматриваются основные методы контроля оборудования для нефтеперерабатывающего производства, применимые к этой сфере, так же учитывается опыт в части информативности этих методов и применимости реально на производстве. Затронут вопрос обследований, который постоянно развивается в части разработки методик и внедрения новых методов, переходящих в мониторинг состояния в процессе эксплуатации и определения критериев предельного состояния до вывода из эксплуатации для ремонта или замены изношенного оборудования.

ГРНТИ 621.391

**Ю. Н. Кликушин¹, А. А. Кашевкин², А. К. Кошеков³,
С. И. Латыпов⁴, Н. И. Калантаевская⁵**

¹д.т.н., профессор, кафедра «Технология радиоэлектронной аппаратуры», Омский государственный технический университет, г. Омск, 644050, Российская Федерация;

²докторант PhD, кафедра «Энергетика и радиоэлектроника», Северо-Казахстанский государственный университет имени М. Козыбаева, г. Петропавловск, 150000, Республика Казахстан;

³докторант PhD, кафедра «Энергетика и радиоэлектроника», Северо-Казахстанский государственный университет имени М. Козыбаева, г. Петропавловск, 150000, Республика Казахстан;

⁴докторант PhD, кафедра «Энергетика и радиоэлектроника», Северо-Казахстанский государственный университет имени М. Козыбаева, г. Петропавловск, 150000, Республика Казахстан;

⁵докторант PhD, кафедра «Энергетика и радиоэлектроника», Северо-Казахстанский государственный университет имени М. Козыбаева, г. Петропавловск, 150000, Республика Казахстан

e-mail: ¹yurik211146@gmail.com; ²kashevkin2004@mail.ru;

³abai_koshekov@mail.ru; ⁴slatypov@mail.ru; ⁵natasha0487@mail.ru

МЕТОД И КОМПЬЮТЕРНЫЙ ПРИБОР ИДЕНТИФИКАЦИОННОГО КОДИРОВАНИЯ СЛУЧАЙНЫХ СИГНАЛОВ ПО ВИРТУАЛЬНОЙ ЧАСТОТЕ

В статье приведены результаты исследований по разработке метода, алгоритма и компьютерного прибора кодирования случайных сигналов на основе идентификационных измерений временных характеристик. Описана методика построения многоканальных диагностических систем с компьютерным прибором и с применением технологий искусственного интеллекта. Представлена опытная реализация интеллектуальной системы для диагностики и мониторинга нефтегазового и энергетического оборудования, защиты информации и несанкционированного доступа в телекоммуникационных системах.

Ключевые слова: идентификационная шкала, компьютерный прибор, диагностика оборудования, защита информации.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из инновационных научных направлений развития научно-технологического прогресса является внедрение интеллектуальных технологий на основе новых методов цифровой обработки сигналов. Ведущие нефтегазовые, электроэнергетические и инфокоммуникационные компании давно работают в направлении «интеллектуализации» путем создания экспертных систем контроля состояния и диагностики машин, механизмов и электроэнергетического оборудования, а также в криптологии.

В экспертных системах реализованы временные и частотные методы анализа случайных сигналов. Благодаря временным методам определяются количественные параметры исследуемого сигнала, которые впоследствии сравниваются с установленными критическими значениями для принятия решения о необходимости устранения дефекта оборудования или доступа к сети.

В основе частотных методов лежат следующие характеристики сигнала: анализ спектра огибающей, метод ударных импульсов, контроль состояния в заданных полосах частот, анализ прямого спектра и др.

При использовании частотных методов в вибродиагностике предполагается частотная фильтрация таких информативных компонент измерительного сигнала, которые, затем, можно было бы использовать в качестве диагностических признаков. В частности, возникновение дефекта оборудования сопровождается появлением гармонической составляющей в вибросигнале определенной частоты и амплитуды, пропорциональной степени влияния дефекта. Следовательно, путем фильтрации вибросигнала можно установить вид дефекта и степень износа.

При защите инфокоммуникационных сетей и систем проводится анализ частотных характеристик речевого сигнала, и в случае совпадения количественных параметров принимается соответствующее решение о разрешении доступа.

Однако круг решаемых задач существующих экспертных систем ограничен, это в первую очередь связано с тем, что на данный момент применение экспертных систем, в частности, в вибродиагностике позволяет распознавать по спектральным характеристикам только состояния групп дефектов с одинаковыми признаками, т.е. точность идентификации дефектов достигает 0,6. А шифрование речевых сигналов из-за широкой полосы пропускания становится сложным и дорогим.

Следовательно, можно заключить, что экспертные системы являются узкоспециализированными [1] и появляется необходимость в разработке более простых, высокоэффективных и надежных алгоритмов кодирования случайных сигналов.

Авторами статьи предлагается увеличить эффективность экспертных систем путем применения инструментов теории идентификационных измерений (ТИИ) [2] временных характеристик сигналов.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Содержанием ТИИ являются измерения формы – распределения мгновенных значений и вариабельности – распределения временных интервалов сигнала и его характеристик с обработкой идентификационных параметров в структуре глобальных эталонов с помощью идентификационных шкал [3].

Из существующего комплекса инструментов обработки информации на основе ТИИ был разработан новый метод идентификационного кодирования по виртуальной частоте F , характеризующей количество локальных экстремумов временных характеристик сигналов за время наблюдения.

Разработанный метод алгоритмически реализуется следующими шагами.

Шаг 1. Определение идентификационного числа из выборок с объемом N входного сигнала $X_1(t)$ и его приращения $\Delta X_1(t)$ по формуле:

$$Y_1(N) = \frac{|\Delta X_1(t)|}{|X_1(t)|}. \quad (1)$$

Шаг 2. Определение идентификационного числа из выборок с объемом N ранжированной функции $X_2(t)$ входного сигнала $X_1(t)$ и его приращения $\Delta X_2(t)$ по формуле:

$$Y_2(N) = \frac{|\Delta X_2(t)|}{|X_2(t)|}. \quad (2)$$

Шаг 3. Определение характеристической частоты:

$$F = \frac{Y_1(N)}{Y_2(N)}. \quad (3)$$

Шаг 4. Определение абсолютных разностей между идентификационными F -параметрами исследуемого сигнала и эталонными отметками идентификационной шкалы (ИШ) – матрицы связи идентификационных параметров с эталонными отметками (таблица 1).

Таблица 1 – Идентификационная шкала по параметру F

N=10000, L=100	Вид распределения случайного сигнала							
	2mod	asin	even	trap	simp	gaus	Lapl	kosh
Rank	1	2	3	4	5	6	7	8
F, Гц	2500	2027	1667	1380	1167	733	417	6

Эталонными отметками служат имена симметричных распределений (2MOD – двумодального, ASIN – арксинусного, EVEN – равномерного, TRAP – трапецидального, SIMP – Симпсона, GAUS – нормального, LAPL – Лапласа, KOSH – Коши), распространенных при статических измерениях в информационной технике и являющиеся «оцифрованными» эталонными отметками ИШ.

Например, если исследуемый сигнал имеет $F=1000$ Гц, то абсолютные разности будут равны: $|A_1(2MOD)| = |2500 - 1000| = 1500$, $|A_2(ASIN)| = 1027$, $|A_3(EVEN)| = 667$, $|A_4(TRAP)| = 380$, $|A_5(SIMP)| = 167$, $|A_6(GAUS)| = 267$, $|A_7(LAPL)| = 583$, $|A_8(KOSH)| = 994$.

Шаг 5. Ранжирование разностей по F-параметру по возрастанию.

Шаг 6. Формирование позиционного кода (ПК) и лингвистического кода (ЛК). В данном случае ПК – представление номеров эталонов ранжированного ряда, а ЛК – представление по названию.

Например, если исследуемый сигнал имеет $F=1000$ Гц, то ПК=(56473821), а ЛК={SIMP, GAUS, TRAP, LAPL, EVEN, KOSH, ASIN, 2MOD}.

Следовательно, идентификационное измерение является кодированием с представлением ПК и ЛК по виртуальной частоте случайного сигнала.

Разработанный метод и алгоритм кодирования случайных сигналов позволили предложить новый компьютерный прибор (КП), при этом его структура, представленная на рисунке 1, построена по технологии искусственного интеллекта.

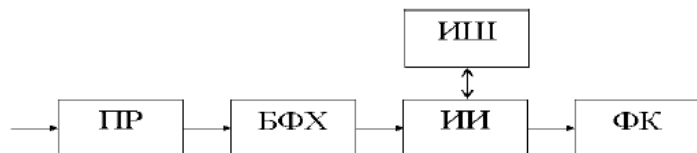


Рисунок 1 – Структура компьютерного прибора КП

В компьютерном приборе, в соответствии с алгоритмом, в блоке ПР происходит преобразование физического (вибрационного, речевого и т.д.)

сигнала в электрический, а в БФХ формируются выборки характеристик входного сигнала и его приращения. Далее в блоке ИИ определяется виртуальная частота F, с использованием идентификационной шкалы ИШ циклически определяются разности по частоте между исследуемым сигналом и эталонами. В результате идентификационного кодирования на выходе блока ФК формируются позиционный ПК и лингвистический коды.

Разработанный метод и построенный на его основе компьютерный прибор являются универсальными и могут быть встроены в сложные информационно-измерительные и диагностические системы широкой области применения.

Авторами статьи совместно со специалистами НПП «РОС» (г. Пермь, Россия) [4] был реализован компьютерный прибор КП в виде программного модуля «IDS Identification» и встроен в диагностический комплекс «СК-Диагностик», используемый для диагностики нефтегазового и электроэнергетического оборудования. Модернизированный комплекс с КП построен по технологии искусственного интеллекта и работает в двух режимах: исследования или обучения. Его структурная схема представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Структурная схема модернизированного диагностического комплекса

Эксперт/оператор – специалист в области применения диагностического комплекса, участвующий в измерительных процессах и формировании лингвистических оценок и заключений.

БД имеет структуру в виде комплексной таблицы 2 в среде EXCEL, в которой хранятся позиционные и лингвистические коды $Idi[i]$ временных характеристик измерительного сигнала и соответствующие лингвистические экспертные оценки и заключения (i – номер строки БД).

Таблица 2 – Форма БД

Идентификационные коды Idi[.]		Экспертные оценки и заключения	
ПЛ(i)	ЛК(i)	<Дефект> или <Характеристика>	<Рекомендации>

Для каждого объекта диагностики или контроля база данных (БД) индивидуальна, например, при диагностике насосного агрегата экспертной оценкой может быть <Износ подшипника>, а заключение <Остановить оборудование и замена подшипниковой группы в течение 24 часов>. Заполнение БД происходит в режиме обучения при участии эксперта/оператора.

База знаний БЗ является сложным элементом управления. В режиме исследования с выхода КП идентификационные коды сигнала вводятся в БЗ, далее проводится циклическое сравнение соответствующих кодов сигнала с записями в БД. В случае равенства $Idx[.] = Idi[.]$, диагностический комплекс выводит экспертные оценки и заключения. В противном случае, осуществляется переход в режим обучения и при участии эксперта для $Idx[.]$ формируются идентификационные коды, экспертные оценки и заключения с записью в БД.

Опытный образец модернизированного диагностического комплекса «СК-Диагностик» представлен на рисунке 3, позволяющий проводить не только традиционный параметрический и функциональный анализы, но и интеллектуальную цифровую обработку временных характеристик измерительных сигналов на основе предложенной методики ТИИ.



Рисунок 3 – Опытный образец модернизированного диагностического комплекса

ВЫВОДЫ

1) компьютерный прибор с идентификационным кодированием сигналов наряду с анализом по частотным характеристикам параллельно определяет позиционные и лингвистические коды временных характеристик

сигналов, при этом в режиме исследования формирует экспертные оценки и заключения, а в режиме обучения наращивает базу данных;

2) предложенный метод кодирования сигналов позволяет модернизировать диагностические комплексы, обеспечивая их работу по технологиям искусственного интеллекта, при этом в результате работы формируются два заключения по частотным и временным характеристикам;

3) модернизированный диагностический комплекс при диагностике нефтегазового насоса, станка-качалки, трансформатора, электродвигателей не только определяет состояния с группой дефектов, но и в среднем с 95-процентной вероятностью распознает до 80 % возможных дефектов по диагностическим сигналам;

4) реализованный на базе диагностического комплекса метод идентификационного кодирования речевых сигналов по виртуальной частоте показал высокую эффективность при применении для защиты телефонной информации и в устройствах несанкционированного доступа к телекоммуникационным системам;

5) модернизированный диагностический комплекс эффективно обеспечивает сбор измерительной информации по 24 беспроводным каналам, что позволяет обеспечивать диспетчерское управление и мониторинг нескольких объектов в режиме реального времени.

Направление дальнейших исследований сконцентрировано на наращивании базы данных для идентификации других дефектов нефтегазового и энергетического оборудования, функционирующего на промышленных предприятиях, посредством сбора экспертных заключений с применением Internet-технологий. Рассматривается возможность применения разработанной методики для вибродиагностики другого вида оборудования.

Работа выполнена в рамках научного гранта № 274 Министерства образования и науки Республики Казахстан и в порядке творческого сотрудничества Северо-Казахстанского государственного университета, Омского государственного технического университета и НПП «РОС».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Барков, А. В., Баркова, Н. А. Вибрационная диагностика машин и оборудования. Анализ вибрации : Учеб. пособие. – СПб. : СПбГМТУ, 2004. – 176 с.

2 Кошеков, К. Т., Кликушин, Ю. Н. Теоретические основы идентификационных измерений и преобразований сигналов : Монография. – Saarbrücken, Germany : LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co.KG, 2011. – 171 с.

3 **Klikushin Yu. N., K. T. Koshekov, V. Yu. Kobenko, E. S. Trunin** an algorithm for evaluating the state of a generating unit based on the identification measurements of vibrosignals. // Russian Journal of Nondestructive Testing. – July, 2014. – Volume 50. – Issue 7. – P. 413–418.

4 <http://www.ros-diagnostics.ru>.

5 **Дьяконов В.П. Вейветы.** От теории к практике. / Изд.2-ое. – М. : СОЛОН-Пресс, 2010. – 400 с.

6 **Павлов, С. Н.** Системы искусственного интеллекта. – М. : Эль Контент, 2011. – 174 с.

Материал поступил в редакцию 01.06.18.

Ю. Н. Кликушин¹, А. А. Кашевкин², С. И. Латыпов³, Н. И. Калантаевская⁴, А. К. Кошеков⁵

Әдісі және компьютерлік құрал сәйкестендіру кодтау кездейсоқ сигналдардың виртуалды жиілігі

¹Омбы мемлекеттік техникалық университеті,

Омбы қ., 644050, Ресей Федерациясы;

^{2,3,4,5}М. Қозыбаев атындағы

Солтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті,

Петропавл қ., 150000, Қазақстан Республикасы.

Материал 01.06.18 баспаға түсті.

Yu. N. Klikushin¹, A. A. Kashevkin², S. I. Latypov³, N. I. Kalantaevskaya⁴, A. K. Koshekov⁵

Method and computer device of random signals identification coding at the virtual frequency

¹Omsk State Technical University,

Omsk, 644050, Russian Federation;

^{2,3,4,5}M. Kozybayev North Kazakhstan State University,

Petrovavlovsk, 150000, Republic of Kazakhstan.

Material received on 01.06.18.

Мақалада уақытша сипаттамаларды сәйкестендіру өлшемдерінің негізінде кездейсоқ сигналдарды кодтау әдістерді, алгоритмді және компьютерлік аспап әзірлеу зерттеудің нәтижелері келтірілген. Компьютерлік құрылғымен және жасанды интеллект технологиясымен көп арналы диагностикалық жүйелерді құру әдістемесі сипатталған. Мұнай-газ және энергетикалық жабдықты диагностикалау және мониторингтеу, ақпаратты қорғау және

телекоммуникациялық жүйелерде рұқсатсыз қолжетімділіктің интеллектуалды жүйесін эксперименттік енгізу ұсынылды.

The article presents the results of research on the development of a method, algorithm and computer device for encoding random signals based on the identification measurements of time characteristics. Described a method of constructing a multi-channel diagnostic systems and computer apparatus and with the application of artificial intelligence technologies. The experimental realization of intellectual system for diagnostics and monitoring of oil and gas and power equipment, information protection and unauthorized access in telecommunication systems is presented.

**ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ ПГУ ИМЕНИ С. ТОРАЙГЫРОВА
«ВЕСТНИК ПГУ», «НАУКА И ТЕХНИКА КАЗАХСТАНА»,
«КРАЕВЕДЕНИЕ»**

Редакционная коллегия просит авторов руководствоваться следующими правилами при подготовке статей для опубликования в журнале.

Научные статьи, представляемые в редакцию журнала должны быть оформлены согласно базовым издательским стандартам по оформлению статей в соответствии с ГОСТ 7.5-98 «Журналы, сборники, информационные издания. Издательское оформление публикуемых материалов», пристатейных библиографических списков в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

Статьи должны быть оформлены в строгом соответствии со следующими правилами:

– В журналы принимаются статьи по всем научным направлениям в

1 экземпляре, набранные на компьютере, напечатанные на одной стороне листа с полями 30 мм со всех сторон листа, электронный носитель со всеми материалами в текстовом редакторе «Microsoft Office Word (97, 2000, 2007, 2010) для WINDOWS».

– Общий объем статьи, включая аннотации, литературу, таблицы, рисунки и математические формулы не должен превышать **12 страниц печатного текста**. *Текст статьи: кегль – 14 пунктов, гарнитура – Times New Roman (для русского, английского и немецкого языков), KZ Times New Roman (для казахского языка).*

Статья должна содержать:

1 **ГРНТИ** (Государственный рубрикатор научной технической информации);

2 **Инициалы и фамилия** (-и) автора (-ов) – на казахском, русском и английском языках (*прописными буквами, жирным шрифтом, абзац 1 см по левому краю, см. образец*);

3 **Ученую степень, ученое звание;**

4 **Аффилиация** (факультет или иное структурное подразделение, организация (место работы (учебы)), город, почтовый индекс, страна) – на казахском, русском и английском языках;

5 **E-mail;**

6 **Название статьи** должно отражать содержание статьи, тематику и результаты проведенного научного исследования. В название статьи необходимо вложить информативность, привлекательность и уникальность (*не более 12 слов, заглавными прописными буквами, жирным шрифтом, абзац 1 см по левому краю, на трех языках: русский, казахский, английский, см. образец*);

7 **Аннотация** – краткая характеристика назначения, содержания, вида, формы и других особенностей статьи. Должна отражать основные и ценные, по мнению автора, этапы, объекты, их признаки и выводы проведенного исследования. Дается на казахском, русском и английском языках (*рекомендуемый объем аннотации – не менее 100 слов, прописными буквами, нежирным шрифтом 12 кегль, абзацный отступ слева и справа 1 см, см. образец*);

8 **Ключевые слова** – набор слов, отражающих содержание текста в терминах объекта, научной отрасли и методов исследования (*оформляются на языке публикуемого материала: кегль – 12 пунктов, курсив, отступ слева-справа – 3 см.*). Рекомендуемое количество ключевых слов – 5-8, количество слов внутри ключевой фразы – не более 3.

Задаются в порядке их значимости, т.е. самое важное ключевое слово статьи должно быть первым в списке (*см. образец*);

9 **Основной текст статьи** излагается в определенной последовательности его частей, включает в себя:

– слово **ВВЕДЕНИЕ / KIPICPE / INTRODUCTION** (*нежирными заглавными буквами, шрифт 14 кегль, в центре см. образец*).

Необходимо отразить результаты предшествующих работ ученых, что им удалось, что требует дальнейшего изучения, какие есть альтернативы (если нет предшествующих работ – указать приоритеты или смежные исследования). Освещение библиографии позволит отгородиться от признаков заимствования и присвоения чужих трудов. Любое научное изыскание опирается на предыдущие (смежные) открытия ученых, поэтому обязательно ссылаться на источники, из которых берется информация. Также можно описать методы исследования, процедуры, оборудование, параметры измерения, и т.д. (*не более 1 страницы*).

– слова **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ / НЕГЗГ БӨЛІМ / MAIN PART** (*нежирными заглавными буквами, шрифт 14 кегль, в центре*).

Это отражение процесса исследования или последовательность рассуждений, в результате которых получены теоретические выводы. В научно-практической статье описываются стадии и этапы экспериментов или опытов, промежуточные результаты и обоснование общего вывода в виде математического, физического или статистического объяснения. При необходимости можно изложить данные об опытах с отрицательным результатом. Затраченные усилия исключают проведение аналогичных испытаний в дальнейшем и сокращают путь для следующих ученых. Следует описать все виды и количество отрицательных результатов, условия их получения и методы его устранения при необходимости. Проводимые исследования предоставляются в наглядной форме, не только экспериментальные, но и теоретические. Это могут быть таблицы, схемы, графические модели, графики, диаграммы и т.п. Формулы, уравнения, рисунки, фотографии и таблицы должны иметь подписи или заголовки (*не более 10 страниц*).

– слово **ВЫВОДЫ / ҚОРЫТЫНДЫ / CONCLUSION** (*нежирными заглавными буквами, шрифт 14 кегль, в центре*).

Собираются тезисы основных достижений проведенного исследования. Они могут быть представлены как в письменной форме, так и в виде таблиц, графиков, чисел и статистических показателей, характеризующих основные выявленные закономерности. Выводы должны быть представлены без интерпретации авторами, что дает другим ученым возможность оценить качество данных и позволит дать свою интерпретацию результатов (*не более 1 страницы*).

10 **Список использованных источников** включает в себя:

– слово **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ / ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ / REFERENCES** (*Нежирными заглавными буквами, шрифт 14 кегль, в центре*).

Очередность источников определяется следующим образом: сначала последовательные ссылки, т.е. источники на которые вы ссылаетесь по очередности в самой статье. Затем дополнительные источники, на которых нет ссылок, т.е. источники, которые не имели место в статье, но рекомендованы вами для кругозора читателям, как смежные работы, проводимые параллельно. Рекомендуемый объем *не более чем из 20 наименований* (ссылки и примечания в статье обозначаются сквозной нумерацией и заключаются в квадратные скобки). Статья и список литературы должны быть оформлены в соответствии с ГОСТ 7.5-98; ГОСТ 7.1-2003 (*см. образец*).

11 **Иллюстрации, перечень рисунков** и подрисуночные надписи к ним представляют по тексту статьи. В электронной версии рисунки и иллюстрации представляются в формате TIF или JPG с разрешением не менее 300 dpi.

12 **Математические формулы** должны быть набраны в Microsoft Equation Editor (каждая формула – один объект).

На отдельной странице (после статьи)

В бумажном и электронном вариантах приводятся полные почтовые адреса, номера служебного и домашнего телефонов, e-mail (для связи редакции с авторами, не публикуются);

Информация для авторов

Все статьи должны сопровождаться двумя рецензиями доктора или кандидата наук для всех авторов. Для статей, публикуемых в журнале «Вестник ПГУ» химико-биологической серии, требуется экспертное заключение.

Редакция не занимается литературной и стилистической обработкой статьи.

При необходимости статья возвращается автору на доработку. За содержание статьи несет ответственность Автор.

Статьи, оформленные с нарушением требований, к публикации не принимаются и возвращаются авторам.

Датой поступления статьи считается дата получения редакцией ее окончательного варианта.

Статьи публикуются по мере поступления.

Периодичность издания журналов – четыре раза в год (ежеквартально).

Статью (бумажная, электронная версии, оригиналы рецензий и квитанции об оплате) следует направлять по адресу:

140008, Казахстан, г. Павлодар, ул. Ломова, 64,

Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова,

Издательство «Кереку», каб. 137.

Тел. 8 (7182) 67-36-69, (внутр. 1147).

E-mail: kereku@psu.kz

Оплата за публикацию в научном журнале составляет **5000 (Пять тысяч) тенге.**

Наши реквизиты:

РГП на ПХВ Павлодарский
государственный университет имени
С. Торайгырова
РНН 451800030073
БИН 990140004654

АО «Цеснабанк»
ИИК KZ57998FTB00 00003310
БИК TSESKZK A

Кбе 16
Код 16
КНП 861

РГП на ПХВ Павлодарский
государственный университет имени
С. Торайгырова
РНН 451800030073
БИН 990140004654

АО «Народный Банк Казахстана»
ИИК KZ156010241000003308
БИК HSBKZZKX

Кбе 16
Код 16
КНП 861

ОБРАЗЕЦ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ:

ГРНТИ 396.314.3

А. Б. Есимова

к.п.н., доцент, Гуманитарно-педагогический факультет, Международный Казахско-Турецкий университет имени Х. А. Ясави, г. Туркестан, 161200, Республика Казахстан
e-mail: ad-ad_n@mail.ru

СЕМЕЙНО-РОДСТВЕННЫЕ СВЯЗИ КАК СОЦИАЛЬНЫЙ КАПИТАЛ В РЕАЛИЗАЦИИ РЕПРОДУКТИВНОГО МАТЕРИАЛА

В статье рассматриваются вопросы, связанные с кодификацией норм устной речи в орфоэпических словарях, являющихся одной из отраслей ортологической лексикографии. Проводится анализ составления первых орфоэпических словарей, говорится о том, что в данных словарях большее внимание уделяется устной орфографии в традиционном применении, а языковые нормы устной речи остались вне внимания. Также отмечается, что нормы устной речи занимают особое место в языке программ средств массовой информации, таких как радио и телевидение, и это связано с тем, что диктор читает свой текст в микрофон четко по бумажке. В статье также выявлены отличия устной и письменной речи посредством применения сравнительного метода, и это оценивается как один из оптимальных способов составления орфоэпических словарей.

Ключевые слова: репродуктивное поведение, семейно-родственные связи.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время отрасль мобильной робототехники переживает бурное развитие. Постепенно среда проектирования в области мобильной ...

Продолжение текста

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

На современном этапе есть тенденции к стабильному увеличению студентов с нарушениями в состоянии здоровья. В связи с этим появляется необходимость корректировки содержания учебно-тренировочных занятий по физической культуре со студентами, посещающими специальные медицинские группы в ...

Продолжение текста публикуемого материала

ВЫВОДЫ

В этой статье мы представили основные спецификации нашего мобильного робототехнического комплекса...

Продолжение текста

Таблица 1 – Суммарный коэффициент рождаемости отдельных национальностей

	СКР, 1999 г.	СКР, 1999 г.
Всего	1,80	2,22

Диаграмма 1 - Показатели репродуктивного поведения

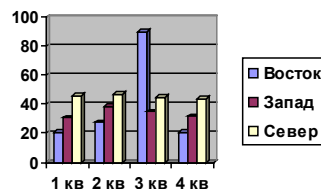


Рисунок 1 – Социальные взаимоотношения

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Эльконин, Д. Б. Психология игры [Текст] : научное издание / Д. Б. Эльконин. – 2-е изд. – М. : Владос, 1999. – 360 с. – Библиогр. : С. 345–354. – Имен. указ. : С. 355–357. – ISBN 5-691-00256-2 (в пер.).

2 Фришман, И. Детский оздоровительный лагерь как воспитательная система [Текст] / И. Фришман // Народное образование. – 2006. – № 3. – С. 77–81.

3 Антология педагогической мысли Казахстана [Текст] : научное издание / сост. К. Б. Жарикбаев, сост. С. К. Калиев. – Алматы : Рауан, 1995. – 512 с. : ил. – ISBN 5625027587.
4 http://www.mari-el.ru/mmlab/home/AI/4/#part_0.

А. Б. Есімова

Отбасылық-туысты қатынастар репродуктивті мінез-құлықты жүзеге асырудағы әлеуметтік капитал ретінде

Гуманитарлық-педагогикалық факультеті,
Қ. А. Ясави атындағы Халықаралық Қазақ-Түрік университеті,
Түркістан қ., 161200, Қазақстан Республикасы.

А. В. Yesimova

The family-related networks as social capital for realization of reproductive behaviors

Faculty of Humanities and Education,
K. A. Yesevi International Kazakh-Turkish University,
Turkestan, 161200, Republic of Kazakhstan.

Мақалада ортологиялық лексикографияның бір саласы – орфоэпиялық сөздіктердегі ауызша тіл нормаларының кодификациялануымен байланысты мәселелер қарастырылады. Орфоэпиялық сөздік құрастырудың алғашқы тәжірибелері қалай болғаны талданып, дәстүрлі қолданыстағы ауызша емлесімен, әсіресе мектеп өмірінде жазба сөзге ерекше көңіл бөлініп, ал ауызша сөздің тілдік нормалары назардан тыс қалғаны айтылады. Сонымен қатар ауызша сөз нормаларының бұқаралық ақпарат құралдары – радио, телевизия хабарлары тілінде ерекше орын алуы микрофон алдында диктордың сөзді қағаз бойынша нақпа-нақ, тақпа-тақ айтуымен байланысты екені атап көрсетіледі. Сөздікте ауызша сөзбен жазба сөздің салғастыру тәсілі арқылы олардың айырмасын айқындалғаны айтылып, орфоэпиялық сөздік құрастырудың бірден-бір оңтайлы жолы деп бағаланады.

The questions, related to the norms of the oral speech codification in pronouncing dictionary are the one of the Orthologous Lexicography field, are examined in this article. The analysis of the first pronouncing dictionary is conducted, the greater attention in these dictionaries is spared to verbal orthography in traditional application, and the language norms of the oral speech remained without any attention. It is also marked that the norms of the oral speech occupy the special place in the language of media programs, such as radio and TV and it is related to that a speaker reads the text clearly from the paper. In the article the differences of the oral and writing language are also educed by means of application of comparative method and it is estimated as one of optimal methods of the pronouncing dictionary making.

Теруге 01.06.2018 ж. жіберілді. Басуға 18.06.2018 ж. қол қойылды.
Пішімі 70x100 $\frac{1}{16}$, Кітап-журнал қағазы.
Шартты баспа табағы 21. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.
Компьютерде беттеген: А. Елемесқызы
Корректорлар: А. Р. Омарова, К. Б. Жетписбай
Тапсырыс № 3240

Сдано в набор 01.06.2018 г. Подписано в печать 18.06.2018 г.
Формат 70x100 $\frac{1}{16}$. Бумага книжно-журнальная.
Усл. печ. л. 21. Тираж 300 экз. Цена договорная.
Компьютерная верстка: А. Елемесқызы
Корректоры: А. Р. Омарова, К. Б. Жетписбай
Заказ № 3240

«КЕРЕКУ» баспасынан басылып шығарылған
С. Торайғыров атындағы
Павлодар мемлекеттік университеті
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«КЕРЕКУ» баспасы
С. Торайғыров атындағы
Павлодар мемлекеттік университеті
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.
67-36-69
e-mail: kereku@psu.kz