

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

№ 4 (2017)

Павлодар

МАЗМҰНЫ**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**

Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова

Энергетическая серия

выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на учет средства массовой информации

№ 14310-Ж

выдано

Министерством культуры, информации и общественного согласия
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

Леньков Ю. А., *к.т.н., доцент*

Ответственный секретарь

Акаев А. М.

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Алиферов А. И.,	<i>д.т.н., профессор (Россия)</i>
Боровиков Ю. С.,	<i>к.т.н., профессор (Россия)</i>
Новожилов А. Н.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Горюнов В. Н.,	<i>д.т.н., профессор (Россия)</i>
Говорун В. Ф.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Захаров И. В.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Клецель М. Я.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никифоров А. С.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Тастенов А. Д.,	<i>к.т.н., доцент</i>
Хацевский В. Ф.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Шокубаева З. Ж.	<i>технический редактор</i>

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

Аджанов А. У., Мустафина Р. М., Сарсикеев Е. Ж., Шайкенов А. М. Электр энергиясының сапасының интеграциялық бағалау әдісін өзірлеу	12
Алияров Б. К., Жалмагамбетова У. К., Мерғалимова А. К. Шалғайдағы оқшауланған елді мекендерді энергияның бірнеше түрлерін қол жетімді бағалармен қамтамасыз ету	21
Алияров Б. К., Жалмагамбетова У. К., Мерғалимова А. К. Көмірден алынатын жану ұшқыш заттарды пайдалана отырып қазан агрегаттарын мазутсыз оттандыратын технологияның артықшылықтары .	26
Алмуратова Н. К. Орталықтан тепкіш сорғыларға арналған энергия үнемдеуші асинхронды қозғалтқыштар	32
Алмуратова Н. К. Орталықтан тепкіштік сорғыларға арналған энергия үнемдеуіш асинхронды қозғалтқыштарының құрылу мәселелері	41
Ахметбаев Д. С., Имамбаев С. Е. Астана қаласының тарату желілеріне 20 кВ кернеуді қолдану туралы	50
Ахметбаев Д. С., Аманжол Ж. Екібастұз МАЭС 1 энергоблогының электрлік бөлігін жаңғырту	57
Ахметова А. Н., Мустафин А. Х. Ғимараттарды газбен жабдықтау	68
Абдрахманов Р. Б., Рустамов Н. Т. Белсенді жүйелерде жоспарды орындау туралы хабарламалардың манипуляциялануы	75
Аубакиров С. С. Анық емес іздеу алгоритмдерін іске асыру	83
Базарбаев Р. К., Хасанов Д. С., Хисматуллин А. С. Күштік трансформаторларды элегаз көпіршіктері арқылы өткізудегі энергия тиімділігін арттыру жұмыстары	89
Бисақаев С. Ф., Әбікенова Ш. К., Меденова М. Қ. Кәсіби тәуекелдерді бағалаудағы әдістемелік тәсілдер	97
Брейдо И. В., Кибартас В. В., Бакланов А. Е., Григорьева С. В., Дмитриева Т. С. Түрлі температура жағдайында қуатты жарықдиодты шамдардың жарық техникалық сипаттамаларын зерттеу	108
Генбач А. А., Бондарцев Д. Ю. Жер асты шөгінділеріндегі және суық бүркіштегі жылу алмасудың гидродинамикалық кризисі	121
Глазырин С. А., Глазырина Н. С., Асабина Н. Н. Металл бу қыздырғыш қазандардың аса жоғары параметрлердегі интер-кристаллия коррозиясын азайту жолдары	130

Глазырин С. А., Глазырина Н. С., Станевич В. Т., Жаксылықулы Аль-Аят Қазақстанда жылу электр станцияларынан күл мен қож қалдықтарын пайдалану	141
Глазырин С. А., Глазырина Н. С., Мұхамбетқали О. М. Астана қаласындағы табиғи газға арналған ЖЭО-3 құрылысының негіздемесі	152
Джумагулова Н. Г., Абдуманова М. М. Еуразиялық экономикалық одақтың елдеріндегі зиянды және (немесе) қауіпті еңбек жағдайларындағы әйелдер еңбегін реттеудегі қолданылатын нормативтік құқықтық актілерді талдау	160
Джумагулова Н. Г., Шорманов С. Т., Қуанышбаев С. Т., Төлеуғали С. Т. Зиянды және қауіпті өндірістік факторлардың әсер ету дәрежесіне байланысты жұмыскерлерге жеңілдіктер мен өтемақыларды ұсыну тәртібін жетілдіру	172
Досанкулов Ж. Д., Ержигитов А. Б. Дәстүрлі горизонтальды жел қондырғысының энергиялық тиімділігін арттыру	184
Елубай М. А., Толегенов Д. Т., Умурзаков Н. Т. Екінші реттік полиэтилентерепталаттың негізінде пенополиуретанды алу	190
Кабдуалиев Н. М., Смагулов Е. А. Тұрғындар үшін осы қызметтерді дамыту шарттарымен энергияның дәстүрлі емес қайнар көздерімен тұрғын ғимараттарды жылумен қамтамасыз ету	198
Кабылдинов Р. Т. Мұнайды жылдық объектілерінің технологиялық режимін оңтайлану жөніндегі орналасқан мұнайды өңдеу жөніндегі энергияның тиімділігін арттыру	208
Қаңтарбаева А. Д., Крекешева Т. И. Қазақстан Республикасының кәсіпорындарында өндірістік жарақаттанудың себептерін талдау	214
Капсалимов Б. Т., Жаркенова Д. Ж., Айтқалиева Г. С., Панова Е. С., Исмаилова А. Б. Қаражанбас кенорыны ауыр мұнай қалдықтарының деметализациясы ...	221
Кокаев У. Ш., Абишев К. К., Касенов А. Ж. Астана қаласындағы автосервис қызметі мен жеңіл автомобильдер паркі нарығының динамикасын талдау	228
Крекешева Т. И., Шәкір М. К. Қазақстан Республикасының қызмет көрсету кәсіпорындарында ауысымдық жұмыстарын ұйымдастыру	234
Күзембаева Н. Б., Жумагулов М. Г. Түтіндік құбырлар жұмысының тиімділігі	242

Кушалиев Е. Т., Таштемханова Р. М. Қазіргі кезеңдегі Қазақстанның энергетикалық қауіпсіздігін зерттеу мәселелері	250
Луқутин Б. В., Мустафина Р. М., Сарсикеев Е. Ж., Аджанов А. У., Сулейменова Г. О. Микро-гидроэлектр станцияларының кернеуін тұрақтандыру әдістемесін талдау	257
Лебедев Д. В. Жылуөткізгіштік есептерін шешу үшін фрагменттелген бағдарламалау технологиясын қолдану	266
Мұқанова Д. Б., Танабаева А. Е. Кәсіптік тәуекел дәрежесіне байланысты сақтандыру тарифінің жеңілдік/үстеме анықтауы	276
Никифоров А. С., Молдабаева М. К. Алюминий өндірісі үшін агрегаттардың жылу және температура режимдерін зерттеу	285
Никифоров А. С., Акимбекова Б. С. Газдандыру технологиясын өзірлеу қатты органикалық отын сапасын төмен алу мақсатында оларды газбен жандандыру өзекті міндет болып табылады	295
Никифоров А. С., Лулудов В. С. Бу агрегат механизмі технологиялық сызба жұмысына қыздырылған үстіңгі беттерінің қождандыруды алдын алуды қамтамасыз ететін тоқтаусыз жұмыс режимі жабдықтарын енгізу	303
Омарова С. Т., Шакир М. К. Еңбекті қорғау және қауіпсіздікті қамтамасыз етудегі инвестициялардың тәуекелдері	311
Пястолова И. А., Тлеуова А. А., Габидуллин А. Ж. Арқалық-кранды басқару жүйелерін қайта құру кезінде энергия тиімділік іс-шараларын енгізу тәжірибесі	316
Пястолова И. А., Тлеуова А. А., Айбатыров А. К. Қазақстанның агроөнеркәсіптік кешенінде жел электрстанцияларды қолдану жобасын сәтті іске асырудың қажетті және жеткілікті шарттарын зерттеу	324
Авторларға арналған ережелер.....	333

СОДЕРЖАНИЕ

Аджанов А. У., Мустафина Р. М., Сарсикеев Е. Ж., Шайкенов А. М. Разработка методики интегральной оценки качества электрической энергии	12
Алияров Б. К., Жалмагамбетова У. К., Мергалимова А. К. Обеспечение изолированного поселка различными видами энергии по приемлемой стоимости	21
Алияров Б. К., Жалмагамбетова У. К., Мергалимова А. К. О преимуществах безмазутной растопки котлоагрегатов, с использованием технологии получения летучих горючих веществ из угля	26
Алмуратова Н. К. Энергосберегающий асинхронный двигатель для центробежных насосов	32
Алмуратова Н. К. Вопросы создания энергосберегающего асинхронного двигателя для центробежных насосов	41
Ахметбаев Д. С., Имамбаев С. Е. О применении повышенного напряжения 20 кВ в распределительных сетях города Астана	50
Ахметбаев Д. С., Аманжол Ж. Модернизация электрической части энергоблока Экибастузской ГРЭС 1 ...	57
Ахметова А. Н., Мустафин А. Х. Газоснабжение зданий	68
Абдрахманов Р. Б., Рустамов Н. Т. Манипулируемость сообщений о выполнении плана в активных системах	75
Аубакиров С.С. Реализация алгоритмов нечеткого поиска	83
Базарбаев Р. К., Хасанов Д. С., Хисматуллин А. С. Повышение энергоэффективности работы силовых трансформаторов путем пропускания пузырьков элегаза	89
Бисакаев С. Г., Абикенова Ш. К., Меденова М. К. Методические подходы к оценке профессиональных рисков	97
Брейдо И. В., Кибартас В. В., Бакланов А. Е., Григорьева С. В., Дмитриева Т. С. Изучение светотехнических характеристик мощных светодиодов при различных температурных режимах	108
Генбач А. А., Бондарцев Д. Ю. Гидродинамический кризис теплообмена в пористых структурах слабонедогретой и насыщенной жидкости	121

Глазырин С. А., Глазырина Н. С., Асабина Н. Н. Пути снижения межкристаллитной коррозии металла пароперегревателей котлов сверхкритических параметров	130
Глазырин С. А., Глазырина Н. С., Станевич В. Т., Жаксылыкулы Аль-Аят Утилизация золошлаковых отходов тепловых электростанций Казахстана	141
Глазырин С. А., Глазырина Н. С., Мұхамбетқали О. М. Обоснование строительства ТЭЦ-3 в Астане на природном газе	152
Джумагулова Н. Г., Абдуманова М. М. Анализ нормативных правовых актов, применяемых при регулировании занятости женщин в тяжелых, вредных и опасных условиях труда в странах ЕАЭС	160
Джумагулова Н. Г., Шорманов С. Т., Куанышбаев С. Т., Толеугали С. Т. Совершенствование порядка предоставления льгот и компенсаций работникам, в зависимости от степени воздействия вредных и опасных производственных факторов	172
Досанкулов Ж. Д., Ержигитов А. Б. Повышение энергоэффективности традиционных горизонтальных ветроустановок	184
Елубай М. А., Толегенов Д. Т., Умурзаков Н. Т. Получение пенополиуретанов на основе вторичного полиэтилентерефталата	190
Кабдуалиев Н. М., Смагулов Е. А. Теплоснабжение жилых зданий нетрадиционными источниками энергии с условиями развития этих услуг для населения	198
Кабылдинов Р. Т. Повышение энергоэффективности на установке первичной переработки нефти за счет оптимизации технологического режима блока нагрева нефти	208
Кантарбаева А. Д., Крекешева Т. И. Анализ причин производственного травматизма на предприятиях Республики Казахстан	214
Капсаямов Б. Т., Жаркенова Д. Ж., Айткалиева Г. С., Панова Е. С., Исмаилова А. Б. Деметаллизация тяжелых нефтяных остатков месторождения Каражанбас	221
Кокаев У. Ш., Абишев К. К., Касенов А. Ж. Анализ динамики рынка автосервисных услуг и парка легковых автомобилей в городе Астана	228
Крекешева Т. И., Шакир М. К. Организация сменной работы на предприятиях обрабатывающей промышленности Республики Казахстан	234
Кузембаева Н. Б., Жумагулов М. Г. К вопросу эффективности работы дымовых труб	242

Кушалиев Е. Т., Таштемханова Р. М. К проблеме изучения энергетической безопасности Казахстана на современном этапе	250
Лукутин Б. В., Мустафина Р. М., Сарсикеев Е. Ж., Аджанов А. У., Сулейменова Г. О. Анализ способов стабилизации напряжения микроГЭС	257
Лебедев Д. В. Применение технологии фрагментированного программирования для решения задачи теплопроводности	266
Муканова Д. Б., Танабаева А. Е. Установление страхового тарифа или скидок/надбавок к нему в зависимости от степени профессионального риска	276
Никифоров А. С., Молдабаева М. К. Исследование тепловых и температурных режимов агрегатов по производству глинозема	285
Никифоров А. С., Акимбекова Б. С. Процессы газификации твердых топлив с целью получения чистых энергоносителей с использованием в инновационной деятельности	295
Никифоров А. С., Лулудов В. С. Внедрение в технологическую схему работы парового агрегата механизма предотвращения шлакования поверхностей нагрева обеспечивающего безостановочный режим работы оборудования	303
Омарова С. Т., Шакир М. К. Риски инвестиций в обеспечении безопасности и охраны труда	311
Пястолова И. А., Тлеуова А. А., Габидуллин А. Ж. Опыт внедрения энергоэффективных мероприятий при реконструкции систем управления кран-балками	316
Пястолова И. А., Тлеуова А. А., Айбатыров А. К. Исследование необходимых и достаточных условий для успешной реализации проекта применения ВЭС в АПК Казахстана	324
Правила для авторов	333

CONTENT

Adzhanov A. U., Mustafina R. M., Sarsikejev Ye. Zh., Shaikenov A. M. Development of the method of integrated estimation of electric energy quality	12
Aliyarov B. K., Zhalmagambetova U. K., Mergalimova A. K. Power supply for remote isolated settlements with different types of energy at an acceptable cost	21
Aliyarov B. K., Zhalmagambetova U. K., Mergalimova A. K. On the advantages of mazutless firing of boiler units using combustible volatile substances obtained from coal	26
Almuratova N. K. Energy saving asynchronous motor for centrifugal pumps	32
Almuratova N. K. Issues of the energy saving asynchronous motor design for centrifugal pumps	41
Akhmetbaev D. S., Imambayev S. E. About application of the raised voltage of 20 kV in the city of Astana	50
Akhmetbaev D. S., Amanzhol Zh. On the modernization of the electrical part of the power unit of Ekibastuz GRES 1	57
Akhmetova A. N., Mustafin A. H. Gas supply of buildings	68
Abdrakhmanov R. B., Rustamov N. T. Manipulability of reports on the fulfillment of the plan in active systems	75
Aubakirov S. Implementation of fuzzy text search	83
Bazarbaev R. K., Khasanov D. S., Khismatullin A. S. Improving the energy efficiency of power transformers by passing bubbles of sulfur hexafluoride	89
Bissakaev S., Abikenova Sh., Medenova M. A methodical approach on occupational risks assessment	97
Breido J. V., Kibartas V. V., Baklanov A. E., Grigoryeva S. V., Dmitrieva T. S. Study of light characteristics of powerful LEDs at various temperature modes	108
Genbach A. A., Bondartsev D. Yu. Hydrodynamic crisis of heat exchange in porous structures with low-grade and saturated liquid	121
Glazyrin S. A., Glazyrina N. S., Asabina N. N. Ways of reduction of inter-crystallite corrosion of metal of steam boilers of supercritical parameters	130

Glazyrin S. A., Glazyrina N. S., Stanevich V. T., Zhaksylykuly Al-Ayat Utilization of ash and slag waste from thermal power plants in Kazakhstan ...	141
Glazyrin S. A., Glazyrina N. S., Muhambetkali O. M. Substantiation of construction of CHPP-3 on natural gas in Astana	155
Dzhumagulova N. G., Abdumannov M. M. Analysis of regulatory legal acts applied when regulating employment of women in heavy, harmful and / or dangerous working conditions in the Eurasian Economic Union countries	160
Dzhumagulova N. G., Shormanov S. T., Kuanyshbayev C. T., Tolegali S. T. Improvement of the order of providing benefits and compensations to employees depending on the degree of exposure to harmful and dangerous production factors	172
Dosankulov Z. D., Yerzhigitov A. B. Improving the energy efficiency of traditional horizontal wind turbines	184
Yelubay M. A., Tolegenov D. T., Umurzakov N. T. Obtaining of polyurethane foams based on recycled polyethylene terephthalate	190
Kabdualiyev N. M., Smagulov Y. A. Heating residential buildings with non-traditional sources of energy with the terms of the development of these services to the population	198
Kabyldinov R. T. Increase of energy efficiency at the installation of primary oil processing for the account of optimization of the technological regime of the oil heater unit	208
Kantarbayeva A. D., Krekesheva T. I. Analysis of the causes of industrial injuries at enterprises of the Republic of Kazakhstan	214
Kapsalyamov B. T., Zharkenova D. Zh., Aitkaliyeva G. S., Panova Ye. S., Ismailova A. B. Demetalization of Karazhanbas oilfield's heavy oil deposits	221
Kokaev U. Sh., Abishev K. K., Kasenov A. Zh. The analysis of the dynamics of aftermarket services and fleet of passenger cars in Astana	228
Krekesheva T. I., Shakir M. K. Organization of shift work at manufacturing industry of the Republic of Kazakhstan	234
Kuzembaeva N. B., Zhumagulov M. G. The issue of the efficiency of smoke pipes	242
Kushaliyev E. T., Tashtemkhanova R. M. To the study of energy security of Kazakhstan at the modern stage	250
Lukutin B. V., Mustafina R. M., Sarsikeev E. Zh., Adzhanov A. U., Suleimenova G. O. Analysis of the methods of voltage stabilization of micro-hydraulic power stations	257

Lebedev D. V. The use of fragmented programming technology to solve the problem of thermal conductivity	266
Mukanova D. B., Tanabaeva A. E. Establishing an insurance tariff or discounts / allowances for it depending on the degree of occupational risk	276
Nikiforov A. S., Moldabaeva K. M. Investigation of thermal and temperature regimes of aggregates for the production of alumina	285
Nikiforov A. S., Akimbekova B. C. Development of technology for the gasification of solid fossil fuels of low quality for the purpose of receiving combustible gas through their gasification	295
Nikiforov A. S., Luludov V. S. Introduction of the mechanism to prevent slagging of surface heating into the technological scheme of the steam unit to ensure non-stop operation of equipment	303
Omarova S. T., Shakir M. K. Risks of investments in ensuring safety and labor protection	311
Pyastolova I., Tleuova A., Gabidullin A. Experience of introduction of energy efficient activities at reconstruction of crane beam control systems	316
Pyastolova I. A., Tleuova A. A., Aibatyr A. K. Research of necessary and sufficient conditions for successful implementation of the wind farms in the agroindustrial complex of Kazakhstan	324
Rules for authors	333

**А. У. Аджанов¹, Р. М. Мустафина²,
Е. Ж. Сарсиев³, А. М. Шайкенов⁴**

¹к.т.н., ст. преподаватель, кафедра «Электроснабжения», Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, 010000, Республика Казахстан;

²к.т.н., профессор, кафедра «Автоматизации и электротехники», Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

³PhD, заведующий кафедрой «Эксплуатации электрооборудования», Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, 010000, Республика Казахстан;

⁴магистрант, Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, 010000, Республика Казахстан

e-mail: ¹aitugan53@mail.ru; ²mustafina_rm@mail.ru;

³sarsiskeyev.ermek@yandex.ru; ⁴shaikenov_adilhan@mail.ru.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

В статье приведены результаты анализа показателей качества электрической энергии и возможность введения интегрального критерия для дальнейшего прогноза показателей КЭЭ в режиме реального времени.

Оценка показателей качества электрической энергии в режиме реального времени становится затруднительной как в методологическом плане, так и в плане ее технической реализации. На данный момент в этом направлении нет единого системного подхода, который бы позволил упростить и в тоже время повысить эффективность процедуры оценки, поэтому рассматриваемые задачи и вопросы являются во многом не решенными.

Сущность предлагаемого методического подхода заключается в количественной оценке разнородных свойств качества электрической энергии на основе интегрального показателя, представляющего собой некоторую функцию отношений расчетных значений параметров к значениям соответствующих параметров, принимаемых за плановые.

Разработанная методика для интегральной оценки на соответствие существующим нормам позволит упростить процедуру

оценки качества и в тоже время повысить ее эффективность за счет системного подхода к решению подобных задач.

Ключевые слова: качество электрической энергии, показатели, несимметрия, гармоники, несинусоидальность, отклонение.

ВВЕДЕНИЕ

Нормирование показателей качества электрической энергии является неотъемлемой частью повышения энергетической эффективности как технологического процесса предприятия, так и самих процессов генерации, транспортировки, распределения и потребления электрической энергии. Очевидно, что при нормировании любого показателя важное значение имеет его контроль на соответствие заданной величине [1]. В случае с электрическим током при его относительно быстроизменяющихся параметрах оценка показателей качества электрической энергии в режиме реального времени становится затруднительной как в методологическом плане, так и в плане ее технической реализации. На данный момент в этом направлении нет единого системного подхода, который бы позволил упростить и в тоже время повысить эффективность процедуры оценки, поэтому рассматриваемые задачи и вопросы являются во многом не решенными.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Качество электрической энергии в Республике Казахстан оценивается согласно нормам, установленным законодательством Республики Казахстан [2].

Показателями качества электрической энергии, характеризующими установившиеся режимы работы электрооборудования, являются [1]:

- 1) установившееся отклонение напряжения $\delta U_{\text{у}}$;
- 2) размах изменения напряжения $\delta U_{\text{т}}$;
- 3) доза фликера (мерцания или колебания) $P_{\text{т}}$;
- 4) коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения $K_{\text{У}}$;
- 5) коэффициент n -й гармонической составляющей напряжения $K_{\text{У}}(n)$;
- 6) коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности $K_{2\text{У}}$;
- 7) коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности $K_{0\text{У}}$;
- 8) отклонение частоты δf ;
- 9) длительность провала напряжения $\Delta t_{\text{н}}$;
- 10) импульсное напряжение $U_{\text{имп}}$;
- 11) коэффициент временного перенапряжения $K_{\text{перУ}}$.

При определении значений некоторых показателей качества электрической энергии используют следующие вспомогательные параметры электрической энергии:

- 1) частоту повторения изменений напряжения $F\delta U_t$;
- 2) интервал между изменениями напряжения $\Delta t_i, i+1$;
- 3) глубине провала напряжения δU_n ;
- 4) частоте появления провалов напряжения F_n ;
- 5) длительность импульса по уровню половины его амплитуды $\Delta t_{\text{имп}}$;
- 6) длительность временного перенапряжения $\Delta t_{\text{пер}} U$.

Все показатели качества электрической энергии можно разделить на две группы: нормируемые и ненормируемые.

К нормируемым относятся показатели установившихся режимов: $\delta f, \delta U_y, \delta U_t, K_{2U}, K_{oU}, K_U, K_{U(n)}$.

На практике очень важно количественно оценить уровень качества электрической энергии не по отдельным параметрам, а в целом.

Для этого качество электрической энергии формализовано представим в виде следующей модели [3]:

$$\{\omega(t)\} = F(\{\mathbf{a}_e(t)\}, \{\mathbf{b}_m(t)\}), \quad (1)$$

где $\omega(t)$ – обобщенный показатель (критерий) качества электрической энергии в момент времени t программного периода $T, t \in T$;

$\{\mathbf{a}_e(t)\}$ – совокупность нормируемых показателей (e) качества электрической энергии, $e \in E$;

$\{\mathbf{b}_m(t)\}$ – совокупность ненормируемых показателей (m) качества электрической энергии, $m \in M$;

E, M – соответственно, множество нормируемых и ненормируемых показателей.

Каждый из перечисленных выше компонентов качества электрической энергии можно декомпозировать на составляющие (элементы) системы до необходимого уровня детализации.

Например, компонент нормируемых показателей в общем виде можно представить, как

$$\{\mathbf{a}_e(t)\} = F_e(\{\mathbf{a}_e^{o\omega}(t)\}, \{\mathbf{a}_e^{oH}(t)\}, \{\mathbf{a}_e^{H\text{CM}}(t)\}, \{\mathbf{a}_e^{H\text{CH}}(t)\}), \quad (2)$$

где $\{\mathbf{a}_e^{o\omega}(t)\}$ – отклонение частоты;

$\{\mathbf{a}_e^{oH}(t)\}$ – отклонение и размах изменения напряжения;

$\{\mathbf{a}_e^{H\text{CM}}(t)\}$ – несимметрия напряжений;

$\{\mathbf{a}_e^{H\text{CH}}(t)\}$ – несинусоидальность напряжений.

Далее $\{\mathbf{a}_e^{oH}(t)\}$ детализируется на отклонение напряжения и размах изменения напряжения, $\{\mathbf{a}_e^{H\text{CM}}(t)\}$ – на коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности и на коэффициент несимметрии напряжений

по нулевой последовательности, $\{\mathbf{a}_e^{H\text{CH}}(t)\}$ – коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения и на коэффициент n -й гармонической составляющей напряжения. Коэффициент n -й гармонической составляющей напряжения делятся на коэффициенты от 1 до 40 гармоник.

Компонент ненормируемых показателей:

$$\{\mathbf{b}_m(t)\} = F_m(\{\mathbf{b}_m^{oH\text{H}}(t)\}, \{\mathbf{b}_m^{H\text{H}}(t)\}), \quad (3)$$

где $\mathbf{b}_m^{oH\text{H}}(t)$ – основные ненормируемые показатели;

$\{\mathbf{b}_m^{H\text{H}}(t)\}$ – вспомогательные ненормируемые показатели.

К основным ненормируемым показателям относятся доза фликера, длительность провала напряжения, импульсное напряжение, коэффициент временного перенапряжения, а к вспомогательным – частота повторений изменений напряжения, интервал между изменениями напряжения, глубина провала напряжения, частота появления провалов напряжения, длительность импульса по уровню половины его амплитуды, длительность временного перенапряжения.

Сущность предлагаемого методического подхода заключается в количественной оценке разнородных свойств качества электрической энергии на основе интегрального показателя, представляющего собой некоторую функцию отношений расчетных значений параметров к значениям соответствующих параметров, принимаемых за плановый.

Тогда совокупность показателей качества электрической энергии, приведенных в формулах (1–3), можно представить обобщенно в векторном относительном виде:

$$\overline{\{\mathbf{P}_i(t)\}} = \left\{ \frac{P_i^o}{P_i^n} \right\} \quad (4)$$

или

$$\overline{\{\mathbf{P}_i(t)\}} = \left\{ \frac{1-P_i^o}{1-P_i^n} \right\} \quad (5)$$

где P_i^o – относительная величина i -го показателя на момент оценки качества электрической энергии, $i \in I$;

P_i^n – относительное плановое значение i -го показателя. При этом плановые показатели должны соответствовать нормам качества электрической энергии.

Здесь следует отметить, что по формуле (4) определяются понижающие качество электрической энергии показатели как уменьшение частоты,

напряжения, а по формуле (5) – повышающие показатели как коэффициенты несимметрии, несинусоидальности или повышение напряжения.

Относительные же величины показателя для понижающихся показателей принимаются как отношение фактического значения за номинальное значение, то есть если фактическая значение частоты 49 Гц, то его относительная величина 0,98. При этом относительное плановое же значение, равное нормально допустимому нормативному значению, будет $(50 - 0,02)/50=0,9996$. Тогда векторное значение этого показателя из формулы (4) получается $0,98/0,9996=0,9804$. Для фактического коэффициента несимметрии 6 %, и планового его значения 5 % векторное значение показателя $0,94/0,95=0,9895$.

С учетом формул (4) и (5) расчетное значение показателя качества электрической энергии согласно теории квалиметрии(3) можно определить, как

$$\bar{\omega}_0(t)=\min(\sum \beta_i \overline{\{P_i(t)\}}, 0) \quad (6)$$

где β_i – «вес» (важность) i-го параметра в системе оценки качества электрической энергии.

Так при одинаковом весовом коэффициенте, равном единице, для рассмотренного примера $\bar{\omega}_0(t)=0,9895$.

Теперь рассмотрим задачу оптимального использования средств для повышения уровня качества электрической энергии из начального состояния в начале планируемого периода до его конца.

В этом случае решение задачи сводится к определению совокупности оптимальных мероприятий, обеспечивающих переход качества электрической энергии из исходного состояния в состояние, планируемое на конец программного периода.

Для этого выражение (1) запишем в виде:

$$\{\omega(t)\} = F(\{\{a_e(t)\}, \{b_m(t)\}\}, (\{n_{ij}(t)\}, \{s_j(t)\})), \quad (7)$$

где $\{n_{ij}(t)\}$ – мероприятия, направленные на изменение i–x показателей качества электрической энергии в j–м варианте финансирования, $n \in N$;

$\{s_j(t)\}$ – ресурсы, выделяемые на реализацию j-го варианта качества электрической энергии , $j \in J$.

I, N, J – соответственно множество показателей качества электрической энергии и вариантов финансирования.

При этом совокупность параметров уровня качества электрической энергии можно представить обобщенно в векторном виде:

$$\overline{\{P_{ij}(t)\}} = \left\{ \frac{P_{ij}^0 + \Delta P(n_{ij}, s_{ij}, t)}{P_{ij}^n} \right\}, \quad (8)$$

где P_{ij}^0 – величина i-го параметра на начало t-го этапа программного периода;

$\Delta P(n_{ij}, s_{ij}, t)$ – изменение величины i-го параметра при реализации n_{ij} – x мероприятий повышения качества электрической энергии, s_{ij} -м объеме выделяемых ресурсов, для t-го этапа;

P_{ij}^n – плановое значение i-го показателя качества электрической энергии t-м этапе программного периода.

С учетом формулы (8) для i-го варианта финансирования выражение (1) в оптимизационной постановке запишется в виде:

$$\bar{\omega}_j(t)=\max \sum \beta_i \overline{\{P_{ij}(t)\}}, \quad (9)$$

где β_i – «вес» (важность) i-го параметра в системе качества электрической энергии.

На параметры и показатели системы накладываются следующие ограничения:

$$P_{ij}^0 + \Delta P_{ij}(t) \leq P_{ij}^n, \Delta P_{ij}(t) \geq 0, \quad (10)$$

Получаемые в результате решения задач (10) значения показателей качества электрической энергии $\Delta P_{ij}(t) = P_{ij}^0 + \Delta P_{ij}(t)$, сгруппированные по компонентам $\{a_e(t)\}$, $\{b_m(t)\}$, $\{r_q(t)\}$ представляет собой оптимальное решение задачи повышения уровня качества электрической энергии для следующих условий: $s_j(t)$ -го варианта использования ресурсов; проведения комплекса n_{ij} мероприятий по повышению качество электрической энергии.

Интегрированный показатель $\bar{\omega}_j(t)$ рассматриваемой системы для всей совокупности j вариантов качества электрической энергии по своей сути является уровнем качества электрической энергии в целом.

Итерационная процедура вычисления интегрального показателя $\bar{\omega}_j(t)$ включает также получение функциональных зависимостей $\Delta P(n_{ij}, s_{ij}, t)$ с использованием частных методик оценки мероприятий по повышению качества электрической энергии.

К методологическим основам обоснования документов планирования качества электрической энергии следует отнести также разработку иерархически структурированной системы критериев оценки качества электрической энергии, пороговых значений их основных показателей, моделей и методик, позволяющих решать оптимизационные задачи и

получать результаты для принятия решений в процессе разработки планов повышения качества электрической энергии.

ВЫВОДЫ

Суть предлагаемой методики заключается в количественной оценке разнородных свойств КЭЭ на основе интегрального показателя, являющегося некоторой функцией отношений расчетных значений параметров к значениям соответствующих параметров, принимаемых за плановый.

Таким образом, разработанная методика для интегральной оценки на соответствие существующим нормам позволит упростить процедуру оценки качества и в тоже время повысить ее эффективность за счет системного подхода к решению подобных задач.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 ГОСТ 13109-97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная, нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

2 Приказ Министра энергетики Республики Казахстан от 25 февраля 2015 года № 143.

3 **Недбай, А. А.** Основы квалитметрии. Версия 1.0 [Электронный ресурс]. электрон. учеб. пособие / А. А. Недбай, Н. В. Мерзликина. – Электрон. дан. (2 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – (Квалитметрия : УМКД № 104-2007 / рук. творч. коллектива А. А. Недбай).

Материал поступил в редакцию 11.12.17.

А. У. Аджанов¹, Р. М. Мустафина², Е. Ж. Сарсикеев³, А. М. Шайкенов⁴

Электр энергиясының сапасының интеграциялық бағалау әдісін әзірлеу

^{1,3,4}С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы;

²С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.

Материал 11.12.17 баспаға түсті.

A. U. Adzhanov¹, R. M. Mustafina², Ye. Zh. Sarsikeev³, A. M. Shaikenov⁴

Development of the method of integrated estimation of electric energy quality

^{1,3,4}S. Seifullin Kazakh AgroTechnical university, Astana, 010000, Republic of Kazakhstan.

²S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.

Material received on 11.12.17.

Мақалада энергетикалық сапа көрсеткіштерінің талдау нәтижелерін және нақты уақыт режимінде ЭЭ көрсеткіштерін одан әрі болжаудың интегралдық критериясын енгізу мүмкіндігін ұсынады.

Электр энергиясының нақты уақыт режиміндегі сапасын бағалау әдіснамалық жоспарда да, оны техникалық тұрғыдан іске асыруда да қиынға түседі. Қазіргі уақытта осы бағыттағы бірыңғай жүйелік тәсілдеме жоқ, ол бағалау процедурасының тиімділігін жеңілдетеді және сонымен бірге жақсартады, сондықтан қарастырылып отырған мәселелер мен сурақтар шешілмеген.

Ұсынылған әдістемелік тәсілдеменің мәні – электр энергияның сапасын интегралдық көрсеткіш негізінде әртүрлі шамаларды есептеу, ол шамалар есептелген мәндерінің коэффициенттерінің белгілі бір функциясы, жоспарланған көрсеткіштерге сәйкес шамалардың мәндеріне сәйкес келеді.

Қолданыстағы стандарттарға сәйкестікті бағалаудың әзірленген әдістемесі сапаны бағалау рәсімін жеңілдетеді және сонымен бірге ұқсас мәселелерді шешуге жүйелі тәсіл арқылы оның тиімділігін арттырады.

The article presents the results of the analysis of the power quality indicators and the possibility of introducing an integral criterion for further forecasting the EPQ indicators in real time.

Evaluation of electric power quality in real time becomes difficult both in the methodological plan and in terms of its technical implementation. At the moment, there is no single systematic approach in this direction that would simplify and improve the efficiency of the evaluation procedure as well, therefore the problems and issues under consideration are largely unresolved.

The essence of the proposed methodical approach is to quantify the dissimilar properties of electric power quality on the basis of an integral

indicator, which is a function representing ratios of the calculated parameters to the values of the corresponding parameters taken for the planned ones.

The developed methodology for an integrated assessment of compliance with existing standards will simplify the procedure for evaluating quality and improve its effectiveness through a systematic approach to sole similar problems as well.

ГРНТИ 44.31.31

**Б. К. Алияров¹, У. К. Жалмагамбетова²,
А. К. Мергалимова³**

¹д.т.н., профессор, Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, 050013, Республика Казахстан;

²докторант PhD, кафедра «Теплоэнергетические установки», Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, 050013, Республика Казахстан;

³м.т.н., докторант PhD, кафедра «Теплоэнергетические установки», Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, 050013, Республика Казахстан

e-mail: ¹aliyarov_b@mail.ru; ²ultuara@mail.ru; ³almagul_mergalimova@mail.ru

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗОЛИРОВАННОГО ПОСЕЛКА РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ ЭНЕРГИИ ПО ПРИЕМЛЕМОЙ СТОИМОСТИ

В статье рассмотрены особенности энергообеспечения отдаленных изолированных населенных пунктов различными видами энергии, с учетом территориальных и климатических характеристик. Предложена технология, адаптированная к условиям конкретного поселка, работающая на твердом топливе. При этом стоимость получаемых электричества, тепловой энергии и газообразного топлива для приготовления пищи окажется вполне приемлемой для семей со средним и малым достатком. Предложенная технология основана на извлечении газообразных, так называемых горючих летучих, с приемлемой теплотой сгорания (из угля и дров). Наличие газообразного топлива позволяет перевести приготовление пищи на снабжение топливом из единого источника. Получаемое газообразное топливо позволяет также получать электрическую энергию с использованием газовых турбин специальной конструкции. Остаточное тепло, направляется в топочное пространство для получения тепловой энергии

Ключевые слова: энергообеспечение, энергоснабжение, тепловая энергия, электричество, газообразное топливо, изолированный поселок.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема надежного и качественного электроснабжения малонаселенных и удаленных поселений, была острой в социальном, техническом и

экономическом аспектах для многих стран. В Казахстане и России имеются многочисленные удаленные поселки не имеющие доступа к общей системе снабжения различными видами энергии. Часть территорий характеризуются холодными климатическими условиями и длительным отопительным периодом. Строительство систем обеспечения различными видами энергии отдаленных населенных пунктов осложняется высокими затратами, а доставка грузов, включая топливо, особенно жидкое, не всегда рентабельна [1]. Например, обеспечение отдаленной группы зданий (жилья чабана, рудничных поселков и других) электричеством, от централизованных источников, при котором потери в сетях (особенно относительные потери, которые напрямую связаны количеством транспортируемой энергии) были очень высокими [2].

Дефицит энергии и ее дороговизна ограничивают возможности обеспечения комфортности проживания и является основным фактором сдерживающим экономический рост в таких регионах [3].

В мировой практике есть успешный опыт повышения энергетической эффективности и развития возобновляемых источников энергии. Ведь обычно повышение эффективности электроснабжения изолированных потребителей производится за счет использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Но при таких способах необходимо учитывать климатические условия и экономическую целесообразность применения ВИЭ.

В настоящее время в Казахстане снабжение различными видами энергии отдаленных изолированных поселков зачастую осуществляется традиционным способом. В частности: снабжение тепловой энергией и приготовление пищи производится от индивидуальных печей на твердом топливе с повышенными финансовыми и трудовыми затратами (заготовка топлива на весь сезон, подготовка топлива к сжиганию и т.д.), снабжение электрической энергией производится индивидуальными источниками на жидком топливе (с высокой стоимостью).

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

На рынке существуют различные предложения по обеспечению отдаленных населенных пунктов различными видами энергии. Чаще всего предлагаются независимые генераторные установки: бензиновые, дизельные или газовые электростанции. И это, несмотря на то, что на большей территории страны экономически целесообразнее в качестве основного топлива использовать уголь.

Альтернативой перечисленным способам обеспечения отдаленных объектов всеми видами энергии, может быть новая технология, адаптированная к условиям конкретного поселка, работающая на твердом топливе. Такая технология предусматривает:

- снабжение тепловой энергией для отопления и для потребностей в горячей воде;
- снабжение газообразным топливом для приготовления пищи;
- снабжение электрической энергией.

Известно, что возможно получение газообразного топлива из твердого топлива. Это извлечение газообразных, так называемых горючих летучих, с приемлемой теплотой сгорания (из угля и дров). Наличие газообразного топлива позволяет перевести приготовление пищи на снабжение топливом из единого источника (для данного поселка). Получаемое газообразное топливо позволяет также получать электрическую энергию с использованием газовых турбин специальной конструкции (с сниженным износом лопаток).

Предлагаемая технология может выглядеть следующим образом. В поселке (при наличии твердого топлива в достаточном количестве) устанавливается генератор летучих веществ (из угля или дров (предварительно подсушенных в специальном устройстве)). Получаемые горючие летучие вещества накапливаются в специальном ресивере или подаются в локальную газовую сеть (для приготовления пищи). Летучие вещества из ресивера также подаются в камеру сгорания газовой турбины, служащей приводом к электрическому генератору. Это позволяет разделить производство электрической и тепловой энергии и использовать летучие вещества, преимущественно для получения электрической энергии и приготовления пищи. Остаточное тепло (после газовых турбин), направляется в топочное пространство для получения тепловой энергии (преимущественно для снабжения горячей водой (по своей локальной сети). Уголь, из которого извлечено определенное количество летучих веществ, подается в другой котел, где сжигается (как правило в слоевой топке) для получения тепловой энергии (для отопления). Экспертная оценка показывает, что при таком разделении сжигания угля (дров) заметно снижаются выбросы в атмосферу газообразных загрязнителей (особенно – окислов азота и серы). Тепловая энергия для отопления подается в каждый дом по локальной тепловой сети.

Такой способ автономного снабжения различными видами энергии предполагает разработку технологии и конструкции генератора получения летучих веществ из угля или дров в требуемом количестве, а также ресивера необходимой емкости для накопления газообразного топлива. Основным элементом новой технологии энергоснабжения небольшого населенного пункта будет газовая турбина (с пониженной стоимостью), способная работать на не очищенных летучих веществах, с повышенной пригодностью к замене лопаток и возможно ремонту камеры сгорания. Газовая турбина такой конструкции будет работать с меньшей энергетической эффективностью при производстве электрической энергии (однако, при этом суммарная полнота

использования энергии топлива не будет меняться т.к. остаточное тепло будет преобразовываться в котле в тепловую энергию).

ВЫВОДЫ

С учетом упрощения в предложенной технологии конструкции газовой турбины и исключения системы очистки горючих летучих веществ, стоимость получаемых электричества, тепловой энергии и газообразного топлива для приготовления пищи, окажется вполне приемлемой для семьи с средним и малым достатком.

Разрабатываемая технология позволит обеспечить отдаленные поселки с относительно малой численностью жителей большинством видов потребляемой энергии по приемлемой стоимости. Технология будет востребована странами с большой территорией с малой плотностью заселения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Алияров, Б. К., Мергалимова, А. К.** О преимуществах использования газа для растопки котлоагрегатов // Материалы международной научно-практической конференции посвященной 20летию ЕНУ. – Астана 2016.

2 **Абдалиев, С. К., Алияров, Б. К., Алиярова, М. Б.** Сжиженный газ (попутный или природный) и локальная сеть – приемлемая альтернатива (трубной и/или баллонной) газификации малых поселков в Казахстане // Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан. – 2011. – № 2.

3 **Башмаков, И. А.** Повышение энергоэффективности энергоснабжения в северных регионах России. // «Энергосбережение». – 2017. – № 12.

4 **Рудаченко, А. В.** Газотурбинные установки для транспорта природного газа: учебное пособие / А. В. Рудаченко, Н. В. Чухарева; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во ТПУ, 2010.

Материал поступил в редакцию 11.12.17.

Б. К. Алияров, У. К. Жалмагамбетова, А. К. Мергалимова

Шалғайдағы оқшауланған елді мекендерді энергияның бірнеше түрлерін қол жетімді бағалармен қамтамасыз ету

Алматы энергетика және байланыс университеті,

Алматы қ., 050013, Қазақстан Республикасы.

Материал 11.12.17 баспаға түсті.

В. К. Aliyarov, U. K. Zhalmagambetova, A. K. Mergalimova

Power supply for remote isolated settlements with different types of energy at an acceptable cost

Almaty University of Power Engineering and Telecommunications,

Almaty, 050013, Republic of Kazakhstan.

Material received on 11.12.17.

Мақалада аймақтық және климаттық ерекшеліктерін ескере отырып, энергияның бірнеше түрлерімен шалғайдағы оқшауланған елді мекендерге энергияның бірнеше түрлерін жеткізу ерекшеліктері қаралған. Қатты отынмен жұмыс істейтін белгілі бір ауылдың жағдайына бейімделген технология ұсынылған.

Осы технологиямен өндірілген электр және жылу энергиясы және газ тәрізді отын құндары орта және кіші табысы бар отбасы үшін жарамды болады.

Ұсынылатын технология жанудың қолайлы жылуы бар газды, яғни ұшқыш жану заттарды көмірден және ағаштан болу урдісінде негізделген. Газ тәріздес отынның болуы отын беру үшін бір көзден тамақ дайындауға мүмкіндік береді. Алынған газ тәріздес отын сонымен бірге арнайы дизайндағы газ турбиналары арқылы электр энергиясын алуға мүмкіндік береді. Қалдық қызу жылу энергиясын өндіру үшін жану камерасына жіберіледі.

The features of power supply for remote isolated settlements with different types of energy and territorial and climatic features consideration are reviewed in this article.

A suggested technology is adapted to the conditions of a particular village and working on solid fuel. At the same time, the cost of electricity, heat and gaseous fuels for cooking will be more acceptable for a family with middle and small income.

The proposed technology is based on the extraction of gaseous, so-called combustible volatile, with an acceptable heat of combustion (from coal and wood). The presence of gaseous fuel makes it possible to transfer cooking to fuel supply from a single source. The resulting gaseous fuel also makes it possible to obtain electrical energy using gas turbines of a special design. Residual heat is directed to the combustion chamber to produce heat energy

**Б. К. Алияров¹, У. К. Жалмагамбетова²,
А. К. Мергалимова³**

¹д.т.н., профессор, Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, 050013, Республика Казахстан;

²докторант PhD, кафедра «Теплоэнергетические установки», Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, 050013, Республика Казахстан;

³м.т.н., докторант PhD, кафедра «Теплоэнергетические установки», Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, 050013, Республика Казахстан

e-mail: ¹aliyarov_b@mail.ru; ²ultuara@mail.ru; ³almagul_mergalimova@mail.ru

О ПРЕИМУЩЕСТВАХ БЕЗМАЗУТНОЙ РАСТОПКИ КОТЛОАГРЕГАТОВ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЛЕТУЧИХ ГОРЮЧИХ ВЕЩЕСТВ ИЗ УГЛЯ

На данный момент все тепловые электрические станции (ТЭС) и крупные котельные, использующие в качестве основного топлива природный газ и/или уголь, предусматривают резервное, аварийное и растопочное топливо. Как правило, этим топливом является мазут. В статье наряду с необходимостью развития угольных технологий, рассмотрены трудности использования мазута на тепловых электрических станциях: дороговизна, неудобства в процессе эксплуатации, снижение КПД, вредные выбросы. Впервые представлена технология безмазутной растопки котлоагрегатов с использованием горючих летучих веществ, получаемых из угля. Выделение горючих летучих осуществляется в топочном устройстве, в котором без доступа кислорода производится прогревание слоя угля. Выделившиеся после нагрева горючие летучие вещества (СО, Н₂, СН₄ и другие) в случае растопки напрямую подаются в топку котла, после растопки могут накапливаться в специальном газовом хранилище-рессивере, при определенном давлении, и в дальнейшем использоваться для поддержания горения факела. Данная технология по эксплуатационным, экономическим и экологическим показателям имеет существенные преимущества.

Ключевые слова: тепловые электрические станции, котлоагрегат, уголь, мазут, горючие летучие вещества.

ВВЕДЕНИЕ

Угольная промышленность – одна из ведущих отраслей ТЭК. Уголь используют как технологическое сырье (в виде кокса) в черной металлургии и химической промышленности (коксовые газы) для производства минеральных удобрений и пластмасс, а также уголь является энергетическим сырьем для производства электроэнергии на ТЭС и для отопления жилищ. С использованием угля производится примерно 44 % всей мировой электроэнергии. В нашей стране этот показатель равен примерно 27 %.

Как известно, уголь значительно уступает природному газу и нефти по затратным и экологическим показателям его использования. Однако, по оценкам Международного энергетического агентства, при существующих темпах потребления разведанные запасы нефти будут исчерпаны уже через 30 лет, а газа – в ближайшие 50, в то время как запасов угля при самом интенсивном использовании хватит на 200 лет. Перспективы развития мировой энергетики значительно зависят от ее ресурсной обеспеченности. В данном отношении угольная промышленность находится в гораздо лучшем положении, чем нефтяная и газовая промышленность, а следовательно, в долгосрочной перспективе является более перспективной отраслью ТЭК. Для сегодняшнего Казахстана главным топливным ресурсом является уголь. Угольная промышленность Казахстана является одной из наиболее крупных отраслей экономики страны. По данным Мирового угольного института на долю угля приходится около 90 % энергетического потенциала всех пригодных для разработки полезных ископаемых органического происхождения. По запасам углей Казахстан уступает лишь Китаю, США, России, Австралии, Индии, ЮАР и Украине. Государственным балансом учтены запасы по 49 месторождениям, составляющие 33,6 млрд тонн. В том числе каменные угли – 21,5 млрд тонн, бурые угли – 12,1 млрд тонн. Большая часть месторождений угля сосредоточена в Центральном (Карагандинский и Экибастузский угольные бассейны, а также месторождение Шубарколь) и Северном Казахстане (Тургайский угольный бассейн), в Южном Казахстане – Ленгерские и Нижне-Илийские угли.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Среди стран СНГ Казахстан занимает третье место по запасам и добыче угля и первое место – по добыче угля на душу населения. Наибольший объем добычи угля в республике приходится на Центральный (Караганда) и Северо-Восточные (Павлодар) регионы – 96,2 %. Экспорт угля Казахстана в 2003 году составил 25,7 млн.т. на сумму 168,9 млн.долл. США. Это 1,8 % общего объема экспорта республики.

Нужно отметить, что потребность в энергетическом угле с каждым годом будет возрастать не только в Казахстане но и в мире в целом, некоторым данным в ряде развивающихся стран потребность в угле ежегодно будет возрастать на 6 %. Рост потребления энергетического угля обусловлен потребностью в нем многочисленных тепловых электростанций, которые вырабатывают все больше электрической и тепловой энергии. Следовательно добыча угля и разработка новых угольных месторождений не сократится, а будет интенсивно увеличиваться. Угледобывающие компании будут стремиться повышать качество и конкурентоспособность своей продукции. В настоящее время Казахстан входит в десяти крупнейших производителей угля на мировом рынке, так же как и в десятку крупнейших экспортеров. Республика дает около 3 % общемирового экспорта угля.

Необходимость развития угольных технологий сегодня уже ни у кого не вызывает сомнений. Остальных топливных ресурсов хватит на значительно меньший срок, а их стоимость гораздо выше.

На данный момент все тепловые электрические станции (ТЭС) и крупные котельные, использующие в качестве основного топлива природный газ и/ или уголь, предусматривают резервное, аварийное и растопочное топливо. Как правило, этим топливом является мазут. Мазут обладает рядом несомненных качеств как топливо: высокая теплотворность – 9500 ккал/кг, малое содержание золы – 0,3–0,5 %, возможность получения светящегося пламени, обеспечивающего высокий радиационный теплообмен в топочном пространстве, возможность организации при определенных условиях, его сжигание в малых по габаритам топках. Но мазут, как топливо, имеет и ряд серьезных недостатков. При совместном сжигании угля с мазутом ухудшаются эколого-экономические показатели котлов: на 10–15 % повышается мехнедожог топлива и на 2–3 % снижается КПД-брутто, на 1–2 % возрастает удельный расход условного топлива на отпускаемую в сеть электроэнергию, возрастает скорость высокотемпературной коррозии экранных поверхностей топок; на 30–40 % увеличивается выход оксидов азота и серы (в случае более высокого содержания серы в мазуте); появляются выбросы канцерогенной пятиоксида ванадия. Но наиболее существенный недостаток мазута, как резервного и растопочного топлива, заключается в неудобствах, связанных с его эксплуатацией, вызванных многоступенчатостью в подготовке мазута к использованию. Загрузка в цистерны и последующая выгрузка из цистерн требует его разогрева до состояния с приемлемой текучестью, что, как правило, достигается за счет использования водяного пара. Это означает, что на пунктах загрузки и выгрузки мазута необходимо иметь источник пара с требуемой температурой. Помимо подогрева и перемешивания в резервуарах, также необходимо поддерживать циркуляцию мазута по всему тракту его

движения, от хранилища до форсунки, для обеспечения, при необходимости, возможности подачи мазута в топку. Следовательно, подготовка мазута к сжиганию – сложный и трудоемкий процесс, при котором необходимо обеспечить: невысокое (до 3 %) содержание воды в мазуте, глубокое перемешивание воды с мазутом, необходимые температуры подогрева мазута. Еще одним важным аспектом является цена, мазут – дорогостоящее энергетическое топливо.

ВЫВОДЫ

Все вышеперечисленные факторы делают весьма актуальной задачей современной теплоэнергетики разработку новых технологий безмазутной растопки котлоагрегатов на пылеугольных ТЭС.

Одним из эффективных, экологически и экономически оправданных способов безмазутной растопки котлоагрегатов и стабилизации горения факела является технология использования горючих летучих веществ, получаемых из угля.

Выделение горючих летучих осуществляется в топочном устройстве, в котором без доступа кислорода производится прогревание слоя угля. Выделившиеся после нагрева горючие летучие вещества (CO , H_2 , CH_4 и другие) в случае растопки напрямую подаются в топку котла, после растопки могут накапливаться в специальном газовом хранилище-рессивере, при определенном давлении, и в дальнейшем использоваться для поддержания горения факела.

Этот процесс на начальной стадии схож с процессом газификации угля, но им не является, так как нагрев осуществляется только до температур, необходимых для выхода достаточного объема горючих летучих веществ. Температура эта зависит от вида угля, его технических характеристик. По техническим характеристикам из углей Казахстанских месторождений наиболее подходящими являются угли месторождений Каражыра, Шубаркуль и Майкубе.

При использовании данной технологии полностью исключается использование мазута на станции, а вместе с тем исключаются все сложности, связанные с его эксплуатацией. Снижается расход электроэнергии на собственные нужды станции, а также снижаются вредные выбросы в атмосферу.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Алияров, Б. К., Мерғалимова, А. К.** О преимуществах использования газа для растопки котлоагрегатов // Материалы международной научно-практической конференции посвященной 20 летию ЕНУ. – Астана, 2016.

2 **Колупаев, Н.** Подземная газификация углей – безопасный и экологически чистый способ получения альтернативного топлива // Энергетика 201. – № 2.

3 **Стерман, Л. С., Лавыгин, В. М., Тишин, С. Г.** Тепловые и атомные электрические станции : Учебник для вузов // М. : Энергоатомиздат, 1995. – 416 с.

Материал поступил в редакцию 11.12.17.

Б. К. Алияров, У. К. Жалмагамбетова, А. К. Мерғалимова

Көмірден алынатын жану ұшқыш заттарды пайдалана отырып қазан агрегаттарын мазутсыз оттандыратын технологияның артықшылықтары

Алматы энергетика және байланыс университеті,
Алматы қ., 050013, Қазақстан Республикасы.
Материал 11.12.17 баспаға түсті.

B. K. Aliyarov, U. K. Zhalmagambetova, A. K. Mergalimova

On the advantages of mazutless firing of boiler units using combustible volatile substances obtained from coal

Almaty University of Power Engineering and Telecommunications,
Almaty, 050013, Republic of Kazakhstan.
Material received on 11.12.17.

Қазіргі таңда, негізгі отын ретінде табиғи газ және/ немесе көмір қолданатын, барлық жылу электр станциялары (ЖЭС) және ірі қазандықтар резервтік, авариялық және оттандыру отын көздейді. Әдетте, осы отынмен мазут болып табылады. Мақалада көмір технологияларын дамыту қажеттілігімен бірге, жылу электр станцияларында мазут қолдану қиыншылықтары қарастырылған: қымбатшылығы, пайдалану үрдісіндегі ыңғайсыздығы, ПЭК-нің төмендеуі, зиянды шығарындылары. Көмірден алынатын жану ұшқыш заттар арқылы қазан агрегаттарын мазутсыз оттандыратын технологиясы бірінші рет ұсынылған. Оттық құрылғысында оттегі жоқ ауада қыздырылған көмір қабатынан

жанғыш ұшпалы заттар бөлініп шығады. Қыздырудан кейін пайда болатын жану ұшқыш заттар (СО, Н₂, СН₄ және басқалары) оттандыру кезінде тура қазандыққа жіберіледі, оттандырудан кейін арнайы газ рессивер-қомасында белгілі бір қысымда сақталуы мүмкін, және одан кейін алаудың жануын қолдау үшін пайдаланады. Бұл технологияның пайдалану, экономика және экология көрсеткіштері жағынан артықшылығы бар.

At the moment, all thermal power plants (TPPs) and large boiler plants that use natural gas and / or coal as the main fuel provide for reserved, emergency and kindling fuel. As a rule, this fuel is mazut. In the article, along with the need for the development of coal technologies, the difficulties of using mazut at thermal power plants are discussed: high cost, inconvenience in the operation, lower efficiency, harmful emissions. For the first time the technology of mazutless firing of boiler units using combustible volatile substances obtained from coal is presented. The release of combustible volatiles is carried out in the furnace, in which, without access to oxygen, the coal bed is heated. The combustible volatile substances released after heating (CO, H₂, CH₄ and others) in the case of kindling are fed directly into the furnace of the boiler and they can accumulate after heating in a special gas storage-receiver at a certain pressure and then be used to maintain the combustion of the torch. This technology for operational, economic and environmental performance has significant advantages.

Н. К. Алмуратова

доцент, Электроэнергетический факультет, Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, 050000, Республика Казахстан

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ ДЛЯ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ

В данной статье рассматриваются вопросы создания энергосберегающих асинхронных электрических машин для центробежных насосов.

Основным способом регулирования подачи питательной воды на тепловых электростанциях Казахстана является дросселирование, что приводит к значительным потерям энергии. В то же время эту проблему нельзя решить простым добавлением преобразователя частоты в существующий отлаженный технологический процесс, это может не дать должного экономического эффекта и в худшем случае снизить надежность работы оборудования. Поэтому в каждом конкретном случае необходимо провести обследование на предмет применения частотно-регулируемого электропривода, подкрепив его технико-экономическими расчетами. Использование частотно-регулируемых приводов должен обеспечивать бесперебойное питание системы управления либо от собственного источника, входящего в состав поставляемого преобразователя, либо от шин постоянного тока электростанции, который питается от аккумуляторных батарей.

Ключевые слова: энергосбережение, асинхронный двигатель, центробежный насос.

ВВЕДЕНИЕ

Геометрию машины (длинная, короткая) принято характеризовать геометрическим параметром.

$$\beta = \frac{\tau}{l}, \tau = \frac{\pi D}{2p}$$

Как известно, выбор параметра β оказывает влияния на все характеристики любой электрической машины, ее свойства, и возможности ее практической реализации.

Так, например, в турбогенераторах предельные значения β ограничиваются допустимыми механическими напряжениями в роторе, поэтому турбогенераторы относятся к типу длинных машин, имеющих малые значения β . При выборе параметра β условие допустимых механических напряжений в турбогенераторах является решающим.

Наоборот, в электроприводах в которых к электрической машине предъявляются требования большого махового момента ротора, значения β выбираются предельно большими (большой диаметр, малая длина). Здесь при выборе β наиболее важным фактором является требование большого махового момента. В электрических машинах летательных аппаратов, как правило, решающим фактором при выборе параметра β является минимум массы машины. В асинхронных машинах, к которым предъявляются жесткие требования к пусковым свойствам, к перегрузочной способности, такими определяющими факторами при выборе параметра β будут пусковой момент, максимальный момент.

При разработке энергосберегающего асинхронного двигателя частотно – регулируемого привода насоса определяющим при выборе β является минимум потерь.

Задача определения оптимального, по минимуму потерь, параметра β применительно к электрическим машинам общепромышленного назначения и турбогенераторам рассматривалась в ряде известных литературных источников.

Рассмотрено несколько упрощенных моделей постановки этой задачи. В первой модели принимается, что линейная нагрузка $A=const$, магнитная индукция $B=const$. Во второй модели полагается, что плотность тока в обмотке статора $j=const$, магнитная индукция $B=const$

Ни та, ни другая модель не соответствуют основным соотношениям, устанавливающим связь между мощностью, электромагнитным нагрузками и другими параметрами асинхронной машины. Действительно, с изменением параметра β изменяется оптимальное значение шага обмотки, обмоточный коэффициент и, при постоянстве мощности, $D^2L=const$, $n=const$ неизбежно изменяется и линейная нагрузка.

Как будет показано ниже, изменяется при этом, по определенному закону, и плотность тока в обмотке статора. Из этого следует что подобная постановка задачи не может считаться корректной.

В третьей модели на задачу определения оптимального значения β накладывается условие постоянства температуры обмотки. Для общепромышленных электрических машин такая постановка вопроса может быть оправдана. Но она не может быть использована применительно к разработке энергосберегающего асинхронного двигателя частотно-регулируемого электропривода центробежного насоса.

Во-первых, переход от общепромышленного асинхронного двигателя к энергосберегающему неизбежно сопровождается, согласно постановки задачи, уменьшением потерь в обмотках, уменьшением, при прочих равных условиях, его нагрева, т.е. нагрев обмотки будет ниже, чем в исходном аналогичном общепромышленном асинхронном двигателе и не может рассматриваться определяющим критерием при решении поставленной задачи.

Во-вторых, если следовать логике такой модели, то с увеличением параметра β плотность тока необходимо тоже увеличивать (условия охлаждения улучшаются), что приведет к увеличению потерь. Последнее находится в противоречии с самой проблемой разработки энергосберегающего двигателя.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В соответствии с изложенным, решением задачи определения оптимального, по минимум потерь, значения параметра β будем искать в следующей постановке: мощность, частота вращения, магнитная индукция, в воздушном зазоре, D^2l – остаются при изменении параметра β неизменными; все геометрические размеры сердечника изменяются по закону геометрического подобия; каждому фиксированному значения параметра β соответствует вполне определенное – значение шага обмотки.

Линейная нагрузка статора определяется выражением:

$$A_1 = \frac{A_{1,Y=1}}{\sin\left(\frac{\pi}{2}Y_{оп}\right)}, \quad (1)$$

где A_1 – текущее значение линейной нагрузки статора;

$A_{1,Y=1}$ – линейная нагрузка статора при $Y=1$,

$Y_{оп}$ – оптимальное, для конкретного β , значение шага обмотки.

Принимая во внимание, что все размеры листа стали сердечника изменяются по закону геометрического подобия, выражение высоты паза статора, может быть записано в следующем виде:

$$h_{п} = h_{п(\beta=1)} \cdot \sqrt[3]{\beta}, \quad (2)$$

где $h_{п(\beta=1)}$ – высота паза при $\beta=1$

Аналогичным образом ширина паза, ширина зубца и высота ярма:

$$b_{п} = b_{п(\beta=1)} \cdot \sqrt[3]{\beta}; \quad (3)$$

$$h_z = h_{z(\beta=1)} \cdot \sqrt[3]{\beta}; \quad (4)$$

$$h_{\alpha} = h_{\alpha(\beta=1)} \cdot \sqrt[3]{\beta}; \quad (5)$$

Объем зубцов и ярма статора, с учетом (2) ÷ (5), при изменении β :

$$V_z = b_z \cdot l \cdot h_z \cdot K_c \cdot Z_1 = const; \quad (6)$$

$$V_{\alpha} = \pi D_{\alpha} \cdot h_{\alpha} \cdot l \cdot K_c = const. \quad (7)$$

Магнитные индукции в зубцах и ярме:

$$B_z = B_{\delta} \frac{t}{b_z \cdot K_c} = const; \quad (8)$$

$$B_{\alpha} = \frac{\Phi}{2\delta_{\alpha}} = \frac{B_{\delta} \tau}{\pi \cdot h_{\alpha} \cdot K_c} = const. \quad (9)$$

Из выражений (6), – (9) следует, что потери в стали при изменении параметра β остаются неизменными.

Таким образом, минимум потерь определяется минимумом потерь в обмотках статора и ротора асинхронного двигателя, к анализу которых и перейдем ниже.

Магнитный поток

$$\Phi = \frac{2}{\pi} \tau \cdot l = \tau_{\beta=1}^2 \cdot \frac{1}{\sqrt[3]{\beta}}, \quad (10)$$

Число витков в фазе обмотки статора, в соответствии с

$$U_{1H} = \sqrt{2} \cdot \pi \cdot jWK_o\Phi = const,$$

$$W = W_{\beta=1} \cdot \frac{\sqrt[3]{\beta}}{\sin\frac{\pi}{2}Y_{оп}}, \quad (11)$$

где $Y_{оп}$ – оптимальное значение шага для конкретного параметра β .

Число проводников в пазу

$$U_{п} = \frac{2W_m}{z_1} = U_{п(\beta=1)} \cdot \sqrt[3]{\beta}. \quad (12)$$

Плотность тока в обмотке статора:

$$j_1 = \frac{U_{п} \cdot I_1}{\sum S_{пр}} = \frac{U_{п} \cdot I_1}{S_{п} \cdot K_3} = \frac{U_{п} \cdot I_1}{h_{п} \cdot b_{п} \cdot K_3}.$$

После преобразований:

$$j_1 = j_{\beta=1, \gamma=1} \frac{1}{\sin^2 \frac{\pi}{2} Y_{оп} \sqrt[3]{\beta}} \quad (13)$$

После последующих преобразований получим выражение потерь в активной части обмотки статора для любого фиксированного значения параметра β :

$$P_{M1A} = M_1 \cdot S^2(Y_{оп}) \cdot \frac{1}{\sqrt[3]{\beta^2}} \quad (14)$$

где

$$M_1 = 2p \cdot \tau_{\beta=1}^2 \rho_1 \cdot A_{1, \gamma=1} j_{\beta=1, \gamma=1} = const;$$

$$S^2(Y_{оп}) = \frac{1}{\sin^2 \left(\frac{\pi}{2} Y \right)}$$

Аналогичным образом, получим выражение потерь в лобовой части обмотки статора

$$P_{M1Л} = M_1 S^2(Y_{оп}) \cdot K_{Л1} \cdot Y_{оп} \cdot \sqrt[3]{\beta}. \quad (15)$$

Потери в обмотке статора:

$$P_{M1} = M_1 \cdot S^2(Y_{оп}) \left[\frac{1}{\sqrt[3]{\beta^2}} + \sqrt[3]{\beta^2} \cdot K_{Л1} \cdot Y_{оп} \right]. \quad (16)$$

Потери в активной части обмотки ротора:

$$P_{M2A} = M_2 \cdot \frac{1}{\sqrt[3]{\beta^2}} \quad (17)$$

где

$$M_2 = 2p \cdot \tau_{\beta=1}^2 \rho_2 \cdot A_2 \cdot j_{2, \beta=1} = const;$$

$\rho_2, A_2, j_2, \beta=1$ – удельное сопротивление материала стержней обмотки ротора; линейная нагрузка ротора; плотность тока в стержнях ротора.

Потери в лобовой части обмотки ротора

$$P_{M2Л} = M_2 \cdot \sqrt[3]{\beta} \cdot K_{Л2}, \quad (18)$$

Коэффициент лобовой части – $K_{Л2}$ определяется из следующих соотношений.

Потери в лобовых частях обмотки ротора (в короткозамкнутых кольцах) могут быть записаны, согласно общей формулы потерь;

$$P_{M2Л} = 2 \cdot \rho_K \cdot j_K^2 V_K, \quad (19)$$

где ρ_K, j_K, V_K – удельное сопротивление материала колец, плотность тока в кольцах, объем к.з. кольца. Или иначе:

$$P_{M2Л} = 2 \cdot \rho_K \cdot j_K \cdot I_K \cdot 2p \tau_K,$$

I_K – действующее значение тока в кольце;

$$\tau_K = \frac{\pi D_K}{2p}, \tau_K = C_K \cdot \tau.$$

Принимая во внимание

$$I_K = A_2 \frac{\tau}{\pi},$$

после преобразований получим:

$$P_{M2Л} = \frac{4}{\pi} p \tau_{\beta=1}^2 \sqrt[3]{\beta^2} C_K \cdot \rho_K \cdot A_2 \cdot j_K. \quad (20)$$

Приравнивая правые части (18) и (20), получим выражения коэффициента лобовой части

$$K_{Л2} = \frac{2C_K j_K \rho_K}{\pi j_2 \rho_2}. \quad (21)$$

Потери в обмотке ротора:

$$P_{M2} = M_2 \left[\frac{1}{\sqrt[3]{\beta^2}} + K_{Л2} \cdot \sqrt[3]{\beta} \right]. \quad (22)$$

Полные потери в обмотках статора и ротора:

$$P_M = M_1 S^2(Y_{оо}) \left[\frac{1}{\sqrt[3]{\beta^2}} + \sqrt[3]{\beta} K_{Л1} \cdot Y_{оо} \right] + M_{21} \left[\frac{1}{\sqrt[3]{\beta^2}} + K_{Л2} \sqrt[3]{\beta} \right], \quad (23)$$

где $M_{21} = A_{21} j_{21} \rho_{21}$ произведение отношений линейных нагрузок, плотности токов, удельных сопротивлений материалов обмотки ротора к соответствующим данным обмотки статора.

Оптимальное, по минимуму потерь, значение параметра β получим путем минимизации функции

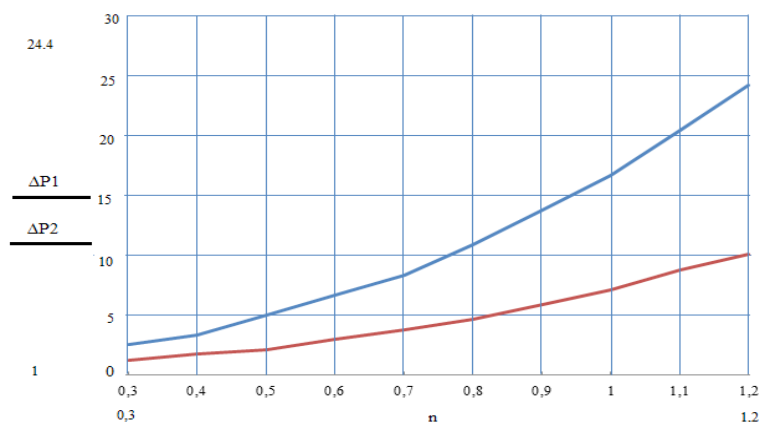
$$P(\beta) = S^2(Y_{оп}) \left[\frac{1}{\sqrt[3]{\beta^2}} + \sqrt[3]{\beta} K_{л1} \cdot Y_{оп} \right] + M_{21} \left[\frac{1}{\sqrt[3]{\beta^2}} + K_{л2} \sqrt[3]{\beta} \right], \quad (24)$$

где $M_{21} = A_{21} j_{21} \rho_{21}$ – произведение отношений линейных нагрузок, плотностей токов, удельных сопротивлений материалов обмотки ротора.

Таким образом, оптимальное, по минимуму потерь, значение параметра β (геометрии асинхронного двигателя) однозначно определяется совокупностью параметров, входящих в выражение (24).

На рисунке 1 приведены расчетные кривые изменения потерь в асинхронном двигателе общепромышленного исполнения 4АН355М2 и асинхронном энергосберегающем двигателе в режиме частотного регулирования при оптимальном, по минимуму потерь, для каждого двигателя напряжении питания.

Потери мощности в АД



1 – серийный двигатель, 2 – энергосберегающий двигатель

Рисунок 1

ВЫВОДЫ

Анализ представленных зависимостей позволяет сделать следующие весьма важные выводы:

1 Потери в асинхронном энергосберегающем двигателе во всех режимах работы в 1,8–2 раза меньше, чем потери в двигателе 4АН355М2 для тех же режимах работы;

2 Коэффициент полезного действия и коэффициент мощности остаются высокими для всего диапазона изменения частоты вращения (от $n=0.3$ до $n=1,2$);

3 Энергосберегающий двигатель обеспечивает возможность частотного регулирования вверх от номинальной частоты вращения; увеличение частоты вращения на (10÷15) % соответствует увеличению подачи (производительности) насоса на 20 %, что очень важно с технологической точки зрения; использование таких режимов в общепромышленном двигателе исключаются в связи с возрастанием потерь, нагрева двигателя; в энергосберегающем двигателе и в этом режиме потери остаются намного ниже потерь номинального режима общепромышленного двигателя.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Проектирование электрических машин / Под. ред. И. П. Копылова – М. : 2011. – 762 с.

2 Лезнов, Б. С. Частотно-регулируемый электропривод насосных установок. – М. : Машиностроение, 2013. – 176 с.: ил.

3 Шабанов, В. А., Кабаргина, О. В., Павлова, З. Х. Оценка эффективности частотного регулирования магистральных насосов по эквивалентному коэффициенту полезного действия // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело», – 2011, – № 6.

4 Мустафин, М. А., Мустафин, Е. М. Энергосберегающие системы электропривода центробежных насосных агрегатов. – Алматы, 2009. – 248 с.

5 Дьяконов, В. MathCad 8/2000: специальный справочник – СПб : издательство «Питер», 2000. – 592 с.

6 Мустафин, М. А., Алмуратова, Н. К. Регулируемый электропривод центробежных агрегатов. Аспекты энергосбережения // Тезисы докладов 9-ой Международной научно-технической конференции «Энергетика, телекоммуникация и высшее образование в современных условиях». – Алматы : АУЭС, 2014.

Материал поступил в редакцию 11.12.17.

Н. К. Алмуратова

Орталықтар тепкіш сорғыларға арналған энергия үнемдеуші асинхронды қозғалтқыштар

Электроэнергетика факультеті,
Алматы энергетика және байланыс университеті.

Алматы қ., 050000, Қазақстан Республикасы.

Материал 11.12.17 баспаға түсті.

N. K. Almuratova

Energy saving asynchronous motor for centrifugal pumps

Electrical Power Engineering Faculty,
Almaty Institute of Power Engineering and Telecommunications,
Almaty, 050000, Republic of Kazakhstan.

Material received on 11.12.17.

Бұл мақалада ортадан тепкіш сорғыларға арналған энергия үнемдеуіш асинхронды қозғалтқыштарының құрылу мәселелері қарастырылады.

Қазақстандағы жылы электр станцияларында сумен қамтамасыз ету сорғыларын реттеудің негізгі жолы дроссельдеу тәсілімен іске асырылады, бұл энергияның елеулі шығындарына әкеледі. Сонымен қатар, бұл мәселені шешу үшін технологиялық үрдіске жиілікті түрлендіргішті қосу жеткіліксіз, бұл дұрыс экономикалық әсерді қамтамасыз ете алмайды және кей кезде электр жабдықтарының сенімділігін төмендетеді. Сондықтан барлық жағдайда техникалық және экономикалық есептеулермен қамтамасыз етілетін жиілікті басқарылатын электр жетегін қолдану үшін алдымен сараптама жүргізу қажет. Жиілікті басқарылатын электр жетектерін пайдалану, басқару жүйесінен үздіксіз қоректендіруді қамтамасыз етуі керек, немесе жеткізілген түрлендіргіш құрамына кіретін өз көзінен немесе батареялармен жұмыс істейтін электр станциясының тұрақты ток иінін.

In this article the issues of the energy saving asynchronous motor design for centrifugal pumps are considered.

Throttling is the main way to regulate the supply of feedwater to thermal power plants in Kazakhstan, which leads to significant energy losses. At the same time, this problem can not be solved simply by adding a frequency converter to the existing debugged technological process, this may not provide the proper economic effect and in the worst case reduce the reliability of the equipment. Therefore, in each specific case it is necessary to conduct a survey for the application of a frequency-controlled electric drive, supported by technical and economic calculations. The use of frequency-controlled drives should ensure uninterrupted power supply of the control system either from its own source, which is part of the delivered converter, or from the DC bus of the power plant, which is powered by batteries.

ГРНТИ 45.41.31

Н. К. Алмуратова

доцент, Электроэнергетический факультет, Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, 050000, Республика Казахстан

ВОПРОСЫ СОЗДАНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ ДЛЯ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ

В данной статье рассматриваются вопросы создания энергосберегающих асинхронных электрических машин для центробежных насосов.

Частотно-регулируемый асинхронный электроприводы могут применяться в механизмах с вентиляционной нагрузкой с широким диапазоном регулирования, к примеру, в насосных агрегатах. Известно устройство частотного управления асинхронным электроприводом содержащий асинхронный двигатель, преобразователь частоты и напряжения, датчики тока статорной обмотки. В устройстве предложена система, с положительной обратной связью подтвержденная математическим моделированием и аналитическими расчетами, в результате которых определяются частотные характеристики асинхронного двигателя, при которых сохраняется эффективная работоспособность электропривода. Недостатки данного аналога невозможность применения частотного управления электропривода для насосных агрегатов в энергосберегающих режимах, так как в устройстве не учтены особенности вентиляторной нагрузки.

Ключевые слова: энергосбережение, асинхронный двигатель, центробежный насос.

ВВЕДЕНИЕ

Энергосберегающий подход к решению задачи оптимизации режимов работы насосных включает в себя решение вопросов разработки энергосберегающего асинхронного двигателя т.е. такого двигателя, который в режимах работы имел бы наименьшие потери при обеспечении технических характеристик и минимизации действительной стоимости двигателя.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Основным исходным уравнением при разработке любой электрической машины является выражение расчетной мощности, которую будем считать заданной:

$$P = \frac{\pi^2}{\sqrt{2}} K_0 D^2 l A B_\delta n \tag{1}$$

где n – синхронная частота вращения;

D, l – диаметр расточки статора и длина сердечника;

A, B_δ – линейная нагрузка и магнитная индукция машины в воздушном зазоре в номинальном режиме;

$K_0 = K_{oy} * K_{op}$ – обмоточный коэффициент; $K_{oy} = \sin \frac{\pi}{2} y$ – обмоточный коэффициент укорочения;

y – шаг обмотки;

K_{op} – коэффициент распределения.

Как следует из выражения (1) при заданной мощности P и частоте вращения произвольно изменяющимся (при соблюдении уравнения 1) являются 5 величин: K_0, D, l, A, B_δ . От выбора этих и ряда других, указанных ниже величин, зависят технические характеристики двигателя, т.е. соответствие их техническим требованиям привода, энергетические характеристики и решение поставленной задачи энергосбережения.

Потери в двигателе складываются из потерь в обмотке статора – P_{M1} , потерь в обмотке ротора – P_{M2} , потерь в стали – P_C , потерь механических – P_{MEH} :

$$\sum P = P_{M1} + P_{M2} + P_C + P_{MEH} \tag{2}$$

Потери в обмотке статора:

$$P_{M1} = m_1 I_1^2 r_1, \tag{3}$$

где m_1, I_1, r_1 – число фаз, ток, сопротивление обмотки статора. Потери в обмотке статора складываются из потерь в ее активной части – P_{M1A} и лобовой части – P_{M1L} .

$$P_{M1} = P_{M1A} + P_{M1L} \tag{4}$$

Потери в активной части обмотки статора:

$$P_{M1A} = m_1 I_1 r_{1A}, \tag{5}$$

где

$$r_{1A} = \rho_1 \frac{L_{1A}}{S_{\Phi 1}}, \tag{6}$$

ρ_1 – удельное сопротивление материала обмотки статора; L_{1A} – длина фазы активной части обмотки статора

$$L_{1A} = 2l w_1, \tag{7}$$

сечение фазы

$$S_{\Phi 1} = \frac{I_1}{j_1}, \tag{8}$$

w_1, j_1 – число витков и плотность тока в обмотки статора.

Ток обмотки статора может быть выражен через линейную нагрузку:

$$I_1 = \frac{A \pi D}{2 m_1 w_1}, \tag{9}$$

После подстановки (3.6) – (3.9) в (3.5) получим:

$$P_{M1A} = \pi D l \rho_1 A j_1, \tag{10}$$

Таким образом, потери в активной части обмотки статора равны произведению поверхности расточки сердечника статора, удельного сопротивления материала (меди) обмотки статора, линейной нагрузки и плотности тока в обмотке статора.

Аналогичным образом можно получить:

$$P_{M1L} = \pi D l_{L1} \rho_1 A j_1, \tag{11}$$

где $l_{L1} = K_{L1} \tau y$ – длина полувитка лобовой части обмотки статора.

Подобные выражения могут быть получены для потерь в обмотке ротора заменой индекса 1 на 2.

Анализ выражений (1), (10), (11) показывает, что при заданной мощности и частоте вращения, при неизменном объеме сердечника изменение шага (например, уменьшение), с одной стороны приводит к изменению (уменьшению) потерь, с другой стороны, к изменению (увеличению) линейной нагрузки и следовательно потерь.

Таким образом, первым направлением в решении задачи разработки энергосберегающего двигателя является оптимизация, с точки зрения минимума потерь, шага обмотки.

При заданной мощности и частоте вращения, при выбранных значениях электромагнитных нагрузок.

$$D^2 l = \frac{\sqrt{2}}{\pi^2 K_0 A B \delta n} = const. \quad (12)$$

Из (12) следует, что, поскольку D и l при выполнении последнего условия могут иметь бесчисленное число значений, задача выбора главных размеров электрической машины является многовариантной: машина может быть короткой (малая длина сердечника, большой диаметр) или длинной (большая длина сердечника, малый диаметр). Геометрию машины (длинная, короткая) принято характеризовать геометрическим параметром.

$$\beta = \frac{\tau}{l}, \tau = \frac{\pi D}{2p}$$

Известно, что выбор параметра β оказывает всестороннее влияние на все технические характеристики асинхронного двигателя: на нагрев его обмоток, энергетические параметры, на потери. В асинхронных двигателях, выбор параметра β оказывает большое влияние на такие технические характеристики как: пусковой момент, максимальный момент (перегрузочная способность), маховый момент (большой или, наоборот, малый). Высоких требований к пусковому моменту асинхронного двигателя в частотно-регулируемом приводе насоса не предъявляется. Понятия перегрузочной способности для асинхронного двигателя насоса теряет физический смысл.

Поэтому при выборе параметра β для асинхронного двигателя насоса требования, предъявляемые к этим техническим характеристикам, отодвигаются на второй план, на первый план выдвигаются требования обеспечения минимума потерь. Хотя, здесь возможны так же различные подходы к решению этой задачи.

Таким образом, вторым направлением решения задачи снижения потерь является оптимизация геометрического параметра β исходя из критерия минимума потерь.

Обратимся теперь к выбору электрических нагрузок – линейной нагрузки A и плотности тока в обмотках статора и ротора j_1, j_2 . Анализ формул (10), (11) показывает, что снижение электрических нагрузок A и j приводят к снижению потерь в обмотках статора и ротора. Однако, снижение линейной нагрузки сопряжено (как следует из 1) с увеличением габаритов и объема сердечника, что в свою очередь приводят (при $B_\delta = const$) к увеличению потерь в стали и потерь в обмотках статора и ротора, т.е. к отрицательной

обратной связи на функцию снижения потерь. Поэтому это направление (снижения линейной нагрузки) не следует считать приоритетным.

Более перспективным для достижения поставленной цели – снижения потерь в обмотках статора и ротора – является путь снижения плотности тока в обмотках.

В обычных асинхронных двигателях использование такого подхода сопряжено с рядом ограничений. Значительное снижение плотности тока в обмотке ротора приводит к уменьшению ее сопротивления, а следовательно, к уменьшению пускового момента, что недопустимо по техническим требованиям согласно ГОСТ. Как уже отмечалось, данная проблема применительно к асинхронным двигателям частотно-регулируемых приводов насосов практически снимается.

Снижение плотности тока в обмотке статора (как правило, и в обмотке ротора) сопряжено с увеличением площади паза, высоты паза.

Увеличение высоты паза приводит к увеличению индуктивных сопротивлений рассеяния, со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Действительно, индуктивное сопротивление:

$$\begin{aligned} x_\sigma &= \frac{I_{1H} x_\delta}{U_{1H}}, \\ x_\sigma &= wL_\delta = 4\pi\mu_0 f W_1^2 l \sum \lambda, \\ \sum \lambda &= \lambda_n + \lambda_l + \lambda_d. \end{aligned} \quad (13)$$

– магнитная проводимость полей рассеяния;

$$\begin{aligned} I_{1H} &= \frac{A\pi D}{2W_1 m_1}, \\ U_{1H} &= E_1 = 2\sqrt{2}K_0 f W_1 \tau l B_\delta. \end{aligned}$$

После преобразований :

$$x_\sigma = \frac{\sqrt{2}\pi}{K_0} \mu_0 \frac{1}{2z_1 p} \sum \lambda \frac{A}{B_\delta} \quad (14)$$

или

$$x_\sigma = K_x \sum \lambda \frac{A}{B_\delta},$$

где

$$K_x = \frac{\sqrt{2}\pi}{K_0 z_1} \pi \mu_0 2p.$$

Анализ выражения (14) показывает, что с увеличением высоты паза увеличивается магнитная проводимость полей рассеяния, индуктивное сопротивление, снижаются и пусковой момент и максимальный, со всеми вытекающими отсюда негативными последствиями для обычных двигателей.

Поскольку в асинхронном двигателе частотно-регулируемого привода насоса жестких требований к пусковому моменту и к перегрузочной способности не предъявляются, то увеличение высоты паза, в разумных пределах, достаточных для решения поставленной задачи, не вызывает возражений.

Степень снижения плотности тока является темой отдельного исследования.

Рассмотрим теперь потери в стали.

Потери в стали – P_c , выраженные через потери в зубцах – P_z

$$P_c = P_z(1 + \xi_{az}), \tag{15}$$

где ξ_{az} – отношение потерь в ярме к потерям в зубцах.

Потери в зубцах

$$P_z = V_z g_c P_y B_z^2, \tag{16}$$

Где V_z – объем стали;

g_c удельный вес стали;

P_y – удельные потери в стали (в одном кг. стали при индукции 1 Тл и частоте $f=50$ Гц); при данном анализе будем считать, что частота $f=50$ Гц;

B_z – магнитная индукция в зубцах.

Объем стали зубцов:

$$V_z = \pi D^2 l K_{zl} K_c K_{hD}, \tag{17}$$

где K_{zl} – отношение средней ширины зубца к среднему зубцовому шагу;

K_c – коэффициент заполнения пакета сталью;

K_{hD} – отношение высоты паза к диаметру.

Магнитная индукция в зубцах:

$$B_z = C_{z\delta} B_\delta. \tag{18}$$

Магнитная индукция в воздушном зазоре согласно (3.1):

$$B_\delta = \frac{\sqrt{2}P}{\pi^2 K_0 D^2 l A n}. \tag{19}$$

После подстановки (1), (17), (18), (19) в (15) получим зависимость измерения потерь в стали в сердечника при измерении магнитной индукции (т.е. и объема сердечника) при постоянной мощности, частоте вращения и линейной нагрузки:

$$P_z = C_p C \frac{1}{\pi D^2 l}, \tag{20}$$

где $C_p = \left(\frac{\sqrt{2}}{\pi K_0 n A} P\right)^2$;

$$C = K_c K_{zl} K_{hD} C_{z\delta}^2 (1 + \xi_{az}) g_c f_y.$$

Из выражения (20) следует, что при указанных выше условиях и уменьшении индукции (за счет увеличения сечения сердечника) потери в стали уменьшаются обратно пропорционально объему сердечника. Другими словами, такое снижение потерь в стали достается слишком дорогой ценой.

Но и это только одна сторона проблемы. С другой стороны, согласно выражений (10), () с увеличением габаритов сердечника (D, l) – увеличиваются потери в обмотках статора. При этом, как правило, суммарные потери в обмотках статора и ротора больше потерь в стали. Поэтому общий эффект от снижения потерь в стали (и, соответственно, от увеличения объема сердечника) может быть отрицательным. Поэтому направление поиска снижению потерь за счет снижения индукции не может также считаться приоритетным.

Однако, из выражений (15), (16) следует, что есть направление возможного значительного снижения потерь в стали – это использование для сердечника статора электрических сталей с малыми удельными потерями, т.е. современных электрических сталей, сталей меньшей толщины; хотя эти стали и более дорогие. Окончательные выводы могут быть сделаны только на базе специальных исследований.

ВЫВОДЫ

Таким образом, определены основные направления исследований с целью разработки энергосберегающего асинхронного двигателя частотно-регулируемого электропривода насоса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Проектирование электрических машин / Под. ред. И. П. Копылова – М. : 2011. – 762 с.
- 2 **Лезнов, Б. С.** Частотно-регулируемый электропривод насосных установок. – М. : Машиностроение, 2013. – 176 с.: ил.
- 3 **Шабанов, В. А., Кабаргина, О. В., Павлова, З. Х.** Оценка эффективности частотного регулирования магистральных насосов по эквивалентному коэффициенту полезного действия. Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2011. – № 6.
- 4 **Мустафин, М. А., Мустафин, Е. М.** Энергосберегающие системы электропривода центробежных насосных агрегатов. – Алматы, 2009. – 248 с.
- 5 **Дьяконов, В.** MathCad 8/2000: специальный справочник – СПб : издательство «Питер», 2000. – 592 с.
- 6 **Мустафин, М. А., Алмуратова, Н. К.** Регулируемый электропривод центробежных агрегатов. Аспекты энергосбережения. // Тезисы докладов 9-ой Международной научно-технической конференции «Энергетика, телекоммуникация и высшее образование в современных условиях». – Алматы : АУЭС, 2014.

Материал поступил в редакцию 11.12.17.

Н. К. Алмуратова

Орталықтан тепкіштік сорғыларға арналған энергия үнемдеуіш асинхронды қозғалтқыштарының құрылу мәселелері

Электрэнергетика факультеті,
Алматы энергетика және байланыс университеті,
Алматы қ., 050000, Қазақстан Республикасы.
Материал 11.12.17 баспаға түсті.

N. K. Almuratova

Issues of the energy saving asynchronous motor design for centrifugal pumps

Electrical Power Engineering Faculty,
Almaty University of Power Engineering and Telecommunications,
Almaty, 050000, Republic of Kazakhstan.
Material received on 11.12.17.

Осы мақалада орталықтан тепкіштік сорғыларға арналған энергия үнемдеуіш асинхронды қозғалтқыштарының құрылу мәселелері қарастырылады.

Жиілікті реттелетін асинхронды электр жетектері жүктемесі желдеткішті механизмдерде, мысалы, сорғы қондырғыларында, кең ауқымды реттеу үшін қолданылады. Жиілікті басқарылатын асинхронды электр жетектері, асинхронды электр қозғалтқышынан, жиілікті және кернеу түрлендіргішінен, статор орамасының ток датчиктері және жиілікті реттеу құрылғысынан тұрады. Құрылғы математикалық модельдеу және аналитикалық есептермен расталған оң нәтиже беретін жүйені ұсынады, нәтижесінде асинхронды электр қозғалтқышының жиілік сипаттамалары айқындалған, онда электр жетегінің тиімді жұмысы сақталады. Аналогтың кемшіліктері энергияны үнемдейтін режимдерде сорғы қондырғылары үшін электр жетегінің жиілігін бақылауды қолдану мүмкін еместігі болып табылады, себебі құрылғы желдеткіштік жүктеме ерекшеліктерін ескермейді.

In this article the issues of the energy saving asynchronous motor design for centrifugal pumps are considered.

Frequency-controlled asynchronous electric wires can be used in mechanisms with a ventilation load with a wide range of regulation, for example, in pumping units. The device for frequency control of an asynchronous electric drive is known. It contains an asynchronous motor, a frequency and voltage converter, stator winding current sensors. The device proposes a system with positive feedback confirmed by mathematical modeling and analytical calculations, as a result of which the frequency characteristics of an asynchronous motor are determined, under which the effective performance of the electric drive remains. Disadvantages of this analogue is the impossibility of using frequency control of the electric drive for pumping units in energy-saving modes, since the device does not take into account the features of the fan load.

Д. С. Ахметбаев¹, С. Е. Имамбаев²

¹д.тех.н., доцент, кафедра «Электроснабжения». Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, 010000, Республика Казахстан;
²магистрант, кафедра «Электроснабжения», Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, 010000, Республика Казахстан
 e-mail: ¹Axmetbaev46@mail.ru; ²Imambayev@astrec.kz

О ПРИМЕНЕНИИ ПОВЫШЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ 20 КВ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ ГОРОДА АСТАНА

В настоящей статье излагается обоснование необходимости применения повышенного напряжения в городских распределительных сетях г. Астана. Увеличение населения г. Астана подтверждается генеральным планом развития и сопровождается стремительным ростом потребляемой электрической энергии. В связи с этим, возникают трудности, связанные с обеспечением качества электроэнергии действующей системы электроснабжения напряжением 10 кВ. В работе изложены основные преимущества и технико-экономические показатели режимов сетей при переходе на повышенное напряжение. Приводятся примеры использования напряжения 20–22 кВ в странах ближнего и дальнего зарубежья. Изложены технико-экономические показатели распределительной сети 20–22 кВ по сравнению с режимами работ распределительных сетей напряжением 10 кВ. Переход на повышенное напряжение позволяет повысить энергоэффективность распределительной сети.

Ключевые слова: кабельные линии электропередач, потери электрической энергии, распределительная электрическая сеть, система электроснабжения, потери мощности.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время значительный рост населения г. Астана сопровождается с увеличением плотности нагрузок и потребляемой электрической энергии. В связи с этим, возникают определенные трудности, связанные с обеспечением качества электроэнергии действующей системы электроснабжения напряжением 10 кВ. Известно что, существует комплекс мероприятий по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях. Практические

рекомендации по выбору мероприятий по снижению потерь базируются на теоретических методах, изложенных в отраслевых инструкциях [1]. Снижение потерь электроэнергии в электрических сетях является основной составляющей комплекса эксплуатационных мероприятий по повышению качества системы электроснабжения. Стремительный рост электрических нагрузок, ограниченная пропускная способность кабельных линий напряжением 10 кВ требует кординального изменения структуры системы распределительных сетей г. Астаны с переходом на повышенный уровень напряжения класса 20 кВ.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

К основным проблемам, существующей распределительной сети г. Астаны, следует отнести [2]:

- 1) Старение оборудования электрических сетей и объектов, значительная часть основных фондов электрических сетей находятся в эксплуатации сверхустановленных нормативных сроков;
- 2) Физический и моральный износ электрооборудования, конструкции и материалов, который ведет к увеличению аварийных ситуации;
- 3) Недостаточный объем приобретения современного оборудования и ограниченное применение эффективной технологии;
- 4) Высокий уровень фактических потерь электрической энергии;
- 5) Недостаточная пропускная способность большого числа действующих линии при возрастании спроса на электроэнергию;
- 6) Низкий уровень автоматизации.

Из вышеуказанных особенностей функционирования существующей распределительной сети, вытекает необходимость применения повышенного класса напряжения с современным оборудованием и конструкции, материалов, обладающих высокой надежностью, а так же с низкими эксплуатационными затратами, эффективными системами управления передачи и распределения электрической энергии.

Необходимость перехода на повышенное напряжение может быть изложено, из следующих соображений [2]. Известно, что потери активной мощности и электрической энергии в линиях, трансформаторов определяется формулами:

$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} \cdot R \quad (1)$$

и

$$\Delta A = \Delta P \cdot \tau = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} \cdot R \cdot \tau,$$

где τ – число часов максимальных потерь.

Потери мощности и энергии в этих сопротивлениях, как следует из [3], составляет не менее 80 % от общих потерь в сети и поэтому уменьшение их может дать значительный экономический эффект.

Формулы потерь мощности и энергии показывает, что они изменяются обратно пропорционально квадрату напряжения сети. Следовательно, повышая уровень напряжения распределительной сети, снизим потери мощности и энергии на активном сопротивлении. Таким образом, снижение потери мощности и энергии определяется:

$$\Delta P = \Delta P_1 - \Delta P_2 = \frac{(P^2 + Q^2)}{U_1^2} \cdot R - \frac{(P^2 + Q^2)}{U_2^2} = \frac{S^2}{U^2} \cdot R \cdot \left[1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{\Delta U\%}{100}\right)^2} \right],$$

где U_1 и U_2 – исходное и повышенное напряжение сети.

При прочих равных условиях, уменьшение потери мощности можно представить в виде:

$$\Delta P\% = \frac{\Delta P}{\Delta P_1} \cdot 100 = \left[1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{\Delta U\%}{100}\right)^2} \right], \quad (2)$$

где

$$\Delta U\% = \frac{U_2 - U_1}{U_1} \cdot 100.$$

Как видно из формулы (2), при повышении уровня напряжения на 5 %, потери активной мощности и энергии уменьшаются на 9,3 %, а при переводе напряжения сети с 10 кВ на 20 кВ, т.е. при увеличении на 100 % потери мощности и энергии уменьшаются на 75 %, т.е. очень значительно.

На сегодняшний день существует огромное количество зарубежных примеров применения распределительных сетей более высокого напряжения [5]. В качестве примера можно привести такие страны, как Российская Федерация (г. Москва, г. Санкт-Петербург 20 кВ), Франция (20 кВ), Япония (22 кВ), Болгария (22 кВ), Чехия (22 кВ), Словакия (22 кВ) и т.д.

Опыт эксплуатации промышленных распределительных сетей на 20 кВ на территории СНГ есть. В 70–80-х годах прошлого столетия проводилась попытка внедрения таких сетей в КОМИ АССР и в Латвийских железнодорожных сетях, кроме того, были сделаны теоретические исследования предпосылок повышения напряжения в распределительных сетях. Рассмотрим преимущества и недостатки сетей на напряжении 20 кВ по сравнению с 10 кВ. Для начала рассмотрим технические. Первое преимущество, повышается

пропускная способность линии. Это очень важный аргумент, особенно в условиях современного увеличения потребления электроэнергии, причем, как в промышленности, так и в быту. Объяснить это можно на простом примере: согласно ПУЭ РК [5], допустимый длительный ток для одножильных кабелей с медной жилой с бумажной пропитанной маслосифоной и нестекающей массама изоляцией в свинцовой оболочке, небронированных, прокладываемых в воздухе, на напряжение 20 кВ сечением 240 мм² равен 395 А, а допустимый длительный ток для кабелей с медными жилами с бумажной пропитанной маслосифоной и нестекающей массама изоляцией в свинцовой оболочке, прокладываемых в воздухе, на напряжение 10 кВ сечением 240 мм² составляет 350 А. Из этого делаем вывод: кабельная линия на напряжение 20 кВ сечением 240 мм² способна передать мощность равную 13667 кВА, в то время как на напряжении 10 кВ только 6055 кВА. Второе преимущество сетей 20 кВ – это снижение потерь электроэнергии и напряжения на передачу. Сечение проводов воздушных ЛЭП выбирается по экономической плотности тока j (А/мм²) и проверяется по допустимому току. Однако в современных условиях с изменившимися ценами на электротехническое оборудование и с ростом тарифов на электроэнергию рекомендованные в ПУЭ значения j (А/мм²) уже не являются экономическими, так как не соответствуют минимуму ежегодных затрат. Поэтому при выборе сечения проводов воздушных ЛЭП следует руководствоваться техническими требованиями и, в первую очередь, — допустимой токовой нагрузкой. В этом случае для одной и той же мощности и нагрузки, сечение проводов на 10 и 20 кВ будут отличаться в 2–3 раза.

Для кабельных линий ситуация несколько другая по сравнению с воздушными ЛЭП, поскольку допустимые токи кабелей больше примерно на 25 % (для одних и тех же сечений на 10 кВ).

Потери мощности в кабельных линиях на 20 кВ будут в 1,75 раза меньше, чем на 10 кВ. Однако стоимость кабелей на 20 кВ выше стоимости кабельной продукции на 10 кВ в 1,8 раза.

Результаты расчетов представлены в виде графиков на рисунке (1 (а) и (б)) [6]. Как видно, применение напряжения 20 кВ в распределительной сети предприятия, работающего в две смены, окупится за 4–4,5 года уже при сегодняшних ценах на электроэнергию, а, учитывая тенденцию роста цен, сроки окупаемости будут значительно меньше. Что касается предприятий, работающих в одну смену, то при цене на электроэнергию $C_0 = 1$ тг/(кВт•ч) даже при снижении нагрузки на кабель до 75 % срок окупаемости составляет 14 лет [6]. Однако повышение тарифов резко снижает срок окупаемости кабельных линий 20 кВ (см. рис. 2 б) и при $C_0 = 2$ тг/(кВт•ч) даже при $K_3 = 1$ срок окупаемости составляет 9,4 года, что ниже нормативного срока окупаемости, равного восьми годам.

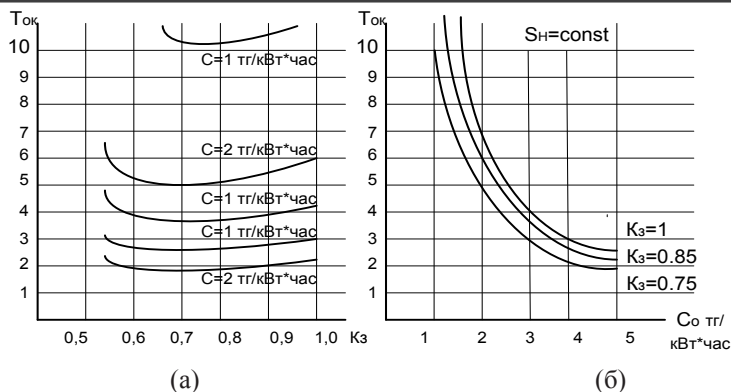


Рисунок 1

(а) – срок окупаемости кабельных линий 20 кВ – для однофазных предприятий – для двухфазных нагрузок; (б) – зависимость срока окупаемости кабельных линий от тарифа на электроэнергию

Существенно снизить капитальные вложения и эксплуатационные издержки на кабельные ЛЭП можно, если применить на напряжении 20 кВ кабели с изоляцией из «сшитого» (вулканизируемого) полиэтилена [7]. Исследование конструктивных особенностей кабелей 20 кВ показало, что применение изоляции из сшитого полиэтилена вместо бумажно-пропитанной позволит повысить пропускную способность кабелей за счет увеличения допустимой температуры, облегчить условия прокладки, уменьшить эксплуатационные издержки и снизить стоимость кабеля в 2 раза по сравнению с кабелями типа АОСБ (ОСБ), ААБл, АББлг и т.д.

В настоящее время существуют примеры применения сетей напряжением 20 кВ при проектировании жилищно-коммунального хозяйства г. Астана [8]. Речь, прежде всего, идет о двух объектах: Международная выставка «EXPO–2017» и застройка частного и социально-бытового жилого массива «Family Village». Национальная компания «НК EXPO–2017» и Управление энергетики г. Астана, выбрали кабельную сеть напряжением 20 кВ для электроснабжения комплексной высотной застройки выставочного центра «EXPO-2017» с общей нагрузкой более 50 000 кВА. Здания в районе застройки не выше 15 этажей. Проектирование схемы электроснабжения осуществили: Инженерный институт Астана (подстанции 110/20 кВ сеть 20 кВ и прокладка кабелей) и ряд проектных компании (сеть зданий). Электроснабжение выставочного центра «EXPO-2017» выполнено по традиционной для г. Астаны «двулучевой» схеме питания трансформаторных подстанций (ТП), и с тремя распределительными пунктами (РП). По количеству присоединений

в РП обычно на одну питающую линию приходится по 4–6 отходящих линий, то есть осуществляется принцип распределения. Через РП магистрали 20 кВ образуют кольцо по периферии застройки, между пунктами включаются цепочки ТП распределительной сети, выполненной одножильными кабелями. В каждой цепочке до восьми ТП с трансформаторами 2х1000 кВА. Проект реализован с применением одножильных кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена с алюминиевыми жилами и медным экраном.

ВЫВОДЫ

- 1 Применение 20 кВ позволит внедрить, новые научно-обоснованные, энергоэффективные технологий в системе электроснабжения города.
- 2 Повышается уровень автоматизации и обеспечиваются благоприятные условия к созданию децентрализованной системы, с применением интеллектуальных аппаратов, цифровой передачи данных на централизованный сервер или пульт диспетчера в системе телеизмерений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 **Черепанов, В. В., Суворова, И. А.** Повышение эффективности транспортировки и распределения электрической энергии в кабельных линиях путем применения напряжения 20 кВ // *Электрика*. – 2012. – № 7. – С. 27–30.
- 2 **Маслов, А. Н.** Проблемы и особенности построения распределительных сетей крупных городов и мегаполисов // *Тр. XII Всемирного электротехнического конгресса*. – 2011 [Электронный ресурс]. – URL: <http://wetc.ru> (дата обращения 23.10. 2014).
- 3 Инструкция по снижению технологического расхода электрической энергии на передачу по электрическим сетям энергосистем и энергообъединений. – СПО «Союзтехэнерго», 1987.
- 4 **Лоскутов, А. А.** Применение напряжения 20 кВ для распределительных электрических сетей // *Труды XVII Нижегородской сессии молодых ученых (Технические науки)*. – Н. Новгород : НИУ РАНХиГС, 2012. – С. 164–166.
- 5 «Правила устройств электроустановок» от 2015 года.
- 6 **Буре, И. Г.** Повышение напряжения до 20–25 кВ и качество электроэнергии в распределительных сетях // *Электро*. – 2005. – № 5. – С. 30–32.
- 7 **Соснина, Е. Н., Лоскутов, А. Б., Лоскутов, А. А.** Топология городских распределительных интеллектуальных электрических сетей 20 кВ // *Промышленная энергетика*. – 2012. – № 5. – С. 11–17.
- 8 Стратегический план Агентства РК по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства на 2010–2014 годы: утв. постановлением Правительства РК от 3 марта 2010 года. № 17.

Д. С. Ахметбаев, С. Е. Имамбаев

Астана қаласының тарату желілеріне 20 кВ кернеуді қолдану туралы
С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті,
Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы.
Материал 11.12.17 баспаға түсті.

D. S. Akhmetbaev, S. E. Imambayev

About application of the raised voltage of 20 kV in the city of Astana
S. Seifullin Kazakh Agro Technical University,
Astana, 010000, Republic of Kazakhstan.
Material received on 11.12.17.

Осы мақалада Астана қалалық тарату желілерінде кернеудің жоғарылауына негіздеме ұсынылды. Астана тұрғындарының өсуі, қаланың басты даму жоспарымен анықталып тұтынылған электр энергиясының қарқынды өсуімен бірге жүретіндігі көрсетілген. Осыған байланысты 10 кВ кернеумен ток қуат беру жүйесінің электр қуатының сапасын қамтамасыз етумен байланысты қиындықтар бар. Қолданыстағы тарату электр желілік режимдердің негізгі артықшылықтарын жоғары кернеуге ауысумен байланысты сипаттайды. Таяу және алыс шет елдерде 20–22 кВ кернеуді тарату электр желістеріндегі пайдалану мысалдарының қажетті нәтижелері келтірілген. 20–22 кВ технологиялық-экономикалық бөлу желісі кернеуі 10 кВ болатын тарату желілерінің жұмыс режимдерімен салыстырғанда сипатталған. Тарату электр желісінің энергиялық эффектілігін көтеру оның жоғары деңгейдегі кернеуге көшуімен тікелей байланыстылығы көрсетілген.

In this article, the rationale for the need for increased voltage in urban distribution networks in Astana is presented. The increase in the population of Astana is accompanied by a rapid increase in the consumed electric energy. In connection with this, there are difficulties associated with ensuring the quality of electricity of the current power supply system with a voltage of 10 kV. The paper describes the main advantages of network modes in the transition to increased voltage. Examples are given of the use of 20–22 kV voltage in the near and far abroad countries. The technical-economic distribution network of 20–22 kV is described in comparison with the operation modes of distribution networks with a voltage of 10 kV.

Д. С. Ахметбаев¹, Ж. Аманжол²

¹д.тех.н., доцент, кафедра «Электроснабжения», Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина. г. Астана, 010000, Республика Казахстан; ²магистрант, кафедра «Электроснабжения», Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина. г. Астана, 010000, Республика Казахстан
e-mail: ¹Akmetbaev46@mail.ru

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ЭНЕРГОБЛОКА ЭКИБАСТУЗСКОЙ ГРЭС 1

В работе излагается краткое состояние станции до модернизации. Расчетные параметры схемы замещения для токов прямой, обратной и нулевой последовательностей определены в именованных единицах и приведены к расчетным базисным ступеням напряжений. Сопротивление для тока нулевой последовательности системы определены по данным расчета однофазного тока короткого замыкания на шинах 500 кВ со стороны системы. Расчеты проводились без учета активных сопротивлений элементов электрических систем. Ударный коэффициент определялся с учетом активных сопротивлений элементов электрической сети. Приводятся расчетные схемы и результаты расчетов коротких замыканий, которые выполнялись аналитическим путем. Описываются условия выбора и проверки современного электрооборудования с наилучшими эксплуатационными характеристиками, участвующего в модернизации электрической части блока 500 мВт.

Ключевые слова: расчетная схема, токи короткого замыкания, техническая стойкость, динамическая стойкость.

ВВЕДЕНИЕ

Строительство первых объектов Экибастузской ГРЭС-1 берёт своё начало с января 1974 года. В результате снижения нагрузки, а также физического и морального износа тепломеханического и электротехнического оборудования восьмиблочная станция в 1990–96 гг. переходила на одноблочный режим. Современное состояние основного электрооборудования достигнуто в результате планомерного ведения модернизации энергоблоков, начиная с 2005 г. В настоящее время в работе находятся 8 энергоблоков. Генераторы блоков 1 и 2 подключены к ОРУ–220 кВ, блоки 3 и 4 к ОРУ–500 кВ, блоки 5–6 и 7–8 подключены к ОРУ–500 кВ по схеме «спаренных» блоков. В связи

с модернизацией 8-го блока 500 мВт были проведены расчеты коротких замыканий и выбор основного состава электрооборудования.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Необходимые исходные данные для расчета системных параметров схемы, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Системные данные расчета токов короткого замыкания.

Наименование присоединения	Максимальный режим		Минимальный режим	
	3I0, А	3ф, А	3I0, А	3ф, А
I СШ 220 кВ	32700	25692	29027	22630
II СШ 220 кВ	32637	25672	28937	22617
Шины 500 кВ	28433	25354	18575	17432

Расчеты токов коротких замыканий на шинах ОРУ 500 кВ, 1–6–20 кВ были проведены на основе расчетной схемы замещения, которые изображены на рисунке 1. Расчеты производились в именованных единицах с учетом реальных коэффициентов трансформации трансформаторов [1, 2].

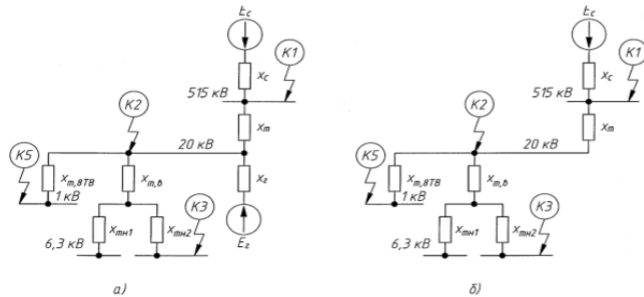


Рисунок 1 – Схема замещения при коротком замыкании в точках К1, К2, К3

а – максимальный режим б – минимальный режим

1 Расчет параметров схемы замещения.

Сопротивление системы:

$$x_{c,max} = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \cdot I_{c,max}^{(3)}} = \frac{515 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 25354} = 11.727 \text{ Ом}$$

$$x_{c,min} = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \cdot I_{c,min}^{(3)}} = \frac{515 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 17432} = 17.057 \text{ Ом}$$

Сопротивление нулевой последовательности системы:

$$x_{c,0} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{cp}}{I_{c,max}^{(1)}} - 2 \cdot x_{c,max} = \frac{\sqrt{3} \cdot 515 \cdot 10^3}{28433} - 2 \cdot 11.727 = 7.918 \text{ Ом}$$

Сопротивление трансформатора:

$$x_m = \frac{U_k}{100} \cdot \frac{U_{н,ном}^2}{S_{ном}} = \frac{14}{100} \cdot \frac{20^2}{630} = 0,089 \text{ Ом}$$

Сопротивление генератора:

$$x_z = x'_d \cdot \frac{U_{г,ном}^2}{S_{г,ном}} = 0.243 \cdot \frac{20^2}{588} = 0,165 \text{ Ом}$$

Сопротивление обратной последовательности генератора приведенное к напряжению 500 кВ:

$$x_{z,2} = x_2 \cdot \frac{U_{бн,ном}^2}{S_{ном}} = 0.295 \cdot \frac{525^2}{588} = 138,281 \text{ Ом}$$

Сопротивление автотрансформатора

$$x_{m,B,AT} = 0,5 \cdot \frac{U_{к,в-н}^2 + U_{к,в-с}^2 - U_{к,с-н}^2}{100} \cdot \frac{U_{бн,ном}^2}{3 \cdot S_{ном}}$$

$$x_{m,B,AT} = 0,5 \cdot \frac{37 + 11,5 - 23}{100} \cdot \frac{500^2}{3 \cdot 267} = 39,794 \text{ Ом}$$

$$x_{m,H,AT} = 0,5 \cdot \frac{U_{к,в-н}^2 + U_{к,с-н}^2 - U_{к,в-с}^2}{100} \cdot \frac{U_{бн,ном}^2}{3 \cdot S_{ном}}$$

$$x_{m,H,AT} = 0,5 \cdot \frac{37+23-11,5}{100} \cdot \frac{500^2}{3 \cdot 67} = 301,617 \text{ Ом} .$$

2 Расчеты токов коротких замыканий

Расчеты токов к.з выполнялись путем преобразования расчетной схемы и приведением ее к двухлучевой звезде. Токи по ветвям схемы при трехфазном коротком замыкании в точке К-1 приведены ниже. Суммарные токи КЗ от системы и блока в максимальном и минимальном режимах:

$$I_{c,max}^{(3)'} = I_{c,max}^{(3)} + I_{б,л}^{(3)} = 25354 + 1984 = 27338 \text{ А}$$

$$I_{c,min}^{(3)'} = I_{c,min}^{(3)} = 17432 \text{ А}$$

Ударные токи КЗ по ветвям схемы:

$$i_{c,ул} = \sqrt{2} \cdot I_{б,л}^{(3)} \cdot k_{c,у\delta} = \sqrt{2} \cdot 25354 \cdot 1,85 = 66334 \text{ А}$$

$$i_{б,л,ул} = \sqrt{2} \cdot I_{б,л}^{(3)} \cdot k_{б,л,у\delta} = \sqrt{2} \cdot 1984 \cdot 1,973 = 65537 \text{ А}$$

$$i_{г,ул} = i_{c,ул} + i_{б,л,ул} = 66334 + 65537 = 71871 \text{ А}$$

Результаты расчетов для остальных точек, выполненные по известной методике, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчетов токов короткого блока

Присоединение	Расчетная точка	$I_{\max}^{(3)}$ кА	$I_{\min}^{(3)}$ кА	$I_{\max}^{(3)}$ кА	$i_{уд}$ кА
Шины ОРУ 500 кВ	К1	27,34	17,43	31,00	71,87
Токопровод 20 кВ	К2	187,06	99,67	–	516,64
Секция 8А (18Т)	К3	30,37	12,99	–	79,28
Секция 8А (02Т)	К4	46,65	18,55	–	122,62
Сторона 1 кВ 8ТВ	К5	50,76	47,13	–	114,86

3 Выбор основного электрооборудования

Выбор основного электрооборудования производится по длительно допустимому режиму работы, проверка выбранного оборудования по аварийным режимам производится согласно [3, 4].

3.1 Выбор генераторного выключателя

Выбор генераторного выключателя 20 кВ. Предварительно намечается элегазовый выключатель типа АВВ HECS–130XLp. Выбор производится по следующим условиям:

По напряжению электроустановки

$$U_{уст} \leq U_{ном}$$

где $U_{уст}$ – напряжение электроустановки, кВ;

$U_{ном}$ – номинальное напряжение выключателя, кВ.

$$U_{уст} = 20 \text{ кВ} < U_{ном} = 25,3 \text{ кВ}$$

По длительно допустимому току

$$I_{раб.мах} \leq I_{ном}$$

где $I_{раб.мах}$ – максимальный длительно допустимый ток рабочего режима. Для генераторного выключателей принимается равным току послеаварийного или ремонтного режима турбогенератора при снижении напряжения на 5 %;

$I_{ном}$ – номинальный ток выключателя, А.

Максимальный длительно допустимый ток генератора определяется по выражению [2].

$$I_{раб.мах} = \frac{588 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 0.95} = 17875 \text{ А}$$

$$I_{раб.мах} = 17875 \text{ А} < I_{ном} = 18000 \text{ А}$$

По симметричному току отключения

$$I_{nt} < I_{отк.ном}$$

где $I_{пт}$ – периодическая составляющая тока в точке короткого замыкания, А, для момента времени $t = t_{отк.соб} + t_{рз} = 0,067 + 0,01 = 0,077 \text{ с}$. В соответствии с результатами расчета токов КЗ, максимальное значение тока короткого замыкания будет проходить через выключатель при коротком замыкании на выводах генератора, когда через выключатель проходит ток короткого замыкания от энергосистемы;

$I_{отк.ном}$ – номинальный ток отключения выключателя, А

$$I_{nt} < I_{п0.с} = 106,95 \text{ кА} < I_{отк.ном} = 130 \text{ кА}$$

По току отключения аperiodической составляющей

$$i_{ат} = \sqrt{2} \cdot I_{п0} \cdot e^{-\frac{t}{T_a}} \leq i_{а.ном} = \sqrt{2} \cdot I_{отк.ном} \cdot \frac{\beta_{ном}}{100}$$

где $I_{п0}$ – начальное значение периодической составляющей наибольшего тока короткого замыкания проходящего через выключатель, кА;

T_a – постоянная времени затухания аperiodической составляющей тока КЗ, с;

$I_{отк.ном}$ – номинальный ток отключения выключателя, А;

$\beta_{ном}$ – нормированное процентное содержание аperiodической составляющей в токе КЗ, принимаемое согласно паспортных данных на выключатель.

$$i_{ат} = \sqrt{2} \cdot 106,95 \cdot e^{-\frac{0,077}{0,15}} = 90,52 \text{ кА} < i_{а.ном} = \sqrt{2} \cdot \frac{75}{100} = 137,88 \text{ кА}$$

По включающей способности

$$i_{уд} < i_{вкл}$$

$$I_{п0} < I_{вкл}$$

где $i_{уд}$ – наибольший ударный ток проходящий через выключатель, кА;

$i_{вкл}$ – наибольший пик включения выключателя $i_{вкл} = i_{дин}$ А;

$I_{п0}$ – начальное значение периодической составляющей наибольшего тока короткого замыкания проходящего через выключатель, кА;

$I_{вкл}$ – номинальный ток включения выключателя $I_{вкл} = \frac{i_{вкл}}{\sqrt{2} \cdot 1,8}$ А;

$$i_{уд} = 292,67 \text{ кА} < i_{вкл} = 360 \text{ кА}$$

$$I_{п0} = 106,95 \text{ кА} < I_{вкл} = \frac{360}{\sqrt{2} \cdot 1,8} = 130 \text{ кА}$$

По электродинамической стойкости (наибольший пик и начальное действующее значение)

$$i_{уд} < i_{дин}$$

$$I_{по} < I_{дин}$$

где $i_{уд}$ – ударный ток в точке короткого замыкания, кА;

$i_{уд}$ и $I_{дин}$ – наибольший пик и начальное действующее значение сквозного тока короткого замыкания соответственно, кА.

$$i_{уд} = 292,67 \text{ кА} < i_{дин} = 360 \text{ кА}$$

$$I_{по} = 106,95 \text{ кА} < I_{дин} = 130 \text{ кА}$$

По термической стойкости

$$B_k \leq B_{тер.доп}$$

где B_k – тепловой импульс (интеграл Джоуля) тока КЗ в рассматриваемой цепи, $\text{кА}^2 \text{ с}$;

$B_{тер.доп}$ – допустимый тепловой импульс, определяемый по паспортным данным выключателя как произведение квадрата тока термической стойкости на время его протекания, $\text{кА}^2 \text{ с}$.

Тепловой импульс тока КЗ определяется по выражению (6) исходя из времени действия резервной защиты генератора:

$$B_k = 106,95^2 \cdot (4 + 0,15) = 47469 \text{ кА}^2 \text{ с}$$

Пересчитаем ток термической стойкости на время его протекания 4 с по формуле:

$$I_{тер.экв} = 130 \cdot \sqrt{\frac{3}{4}} = 112,5 \text{ кА}$$

$$B_k = 47469 \text{ кА}^2 \cdot \text{с} < B_{тер.доп} = 112,5^2 \cdot 4 = 50625 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

Таким образом, выбранный выключатель АВВ HECS– 130XLp удовлетворяет всем условиям проверки. Результаты выбора представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты выбора генераторного выключателя

Условие выбора	Расчетные данные	Паспортные данные
$U_{уст} < U_{ном}$	20 кВ	25,3 кВ
$I_{раб.мах} < I_{ном}$	17875 А	18000 А
$I_{нт} < I_{отк.ном}$	106,95 кА	130 кА

$i_{ат} < i_{отк.ном}$	90,52 кА	137,88 кА
$i_{ат} < i_{вкл}$	292,67 кА	360 кА
$I_{по} < I_{вкл}$	106,95 кА	130 кА
$i_{уд} < i_{дин}$	292,67 кА	360 кА
$I_{по} < I_{дин}$	106,95 кА	130 кА
$B_k < B_{тер.доп}$	47469 $\text{кА}^2 \text{ с}$	50625 $\text{кА}^2 \text{ с}$

3.2 Выбор блочного трансформатора

Выбор блочного трансформатора включает в себя выбор типа, номинальной мощности и системы охлаждения трансформатора.

Необходимая мощность блочного трансформатора определяется [2].:

$$S_m = \frac{P_{г.ном} - P_{сн}}{\cos \varphi_{ном}}$$

где $P_{г.ном}$ – номинальная активная мощность генератора, МВт;

$P_{сн}$ – активная мощность потребляемая на собственные нужды блока, принимается равно 5 % от номинальной мощности генератора, МВт.

$$S_m = \frac{500 - 0,05 \cdot 500}{0,85} = 529,4 \text{ МВ} \cdot \text{А}$$

Принимается к установке трансформатор типа ТДЦ-630000/500-У1

Для данного типа трансформатора принимается система охлаждения с принудительной циркуляцией воздуха и масла с ненаправленным потоком масла, состоящая из блочного охлаждающего устройства УДЦБ-4-ПЭ-У1, выполненного из 4 групп охладителей типа ОДЦ-180-У 1. Система охлаждения поставляется в комплекте с трансформатором заводом-изготовителем.

Выбор комплектного токопровода 20 кВ

Отпайка к трансформатору возбуждения 8ТВ выполняется комплектным пофазно-экранированным токопроводом. К установке намечается токопровод типа ТЭНЕ-20-1600-560-УХЛ1. Выбор и проверка токопровода производится по следующим условиям:

По напряжению электроустановки

$$U_{уст} \leq U_{ном}$$

где $U_{уст}$ – напряжение электроустановки, кВ;

$U_{ном}$ – номинальное напряжение токопровода, кВ.

По длительно допустимому току

$$I_{раб.мах} \leq I_{ном}$$

где $I_{раб.мах}$ – максимальный длительно допустимый ток трансформатора возбуждения продолжительного режима, равный току послеаварийного или ремонтного режима при снижении напряжения на 5 %.

Максимальный длительно допустимый ток послеаварийного или ремонтного режима определяется по выражению:

$$I_{раб.мах} = \frac{S_{ном}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot 0,95}$$

где $S_{ном}$ – номинальная полная мощность, В А;

$U_{вн,ном}$ – номинальное напряжение, кВ

$$I_{раб.мах} = \frac{5,713 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 0,95} = 165 < I_{ном} = 1600A$$

Проверка по электродинамической стойкости

$$i_{уд} \leq i_{дин}$$

где $i_{уд}$ – суммарный ударный ток при трехфазном коротком замыкании на отпайке к трансформатору возбуждения, кА;

$i_{дин}$ – ток электродинамической стойкости токопровода, кА.

$$i_{уд} = 516,64 \text{ кА} < i_{дин} = 560 \text{ кА}$$

Проверка на термическую стойкость

$$B_k \leq B_{тер,доп}$$

где B_k – тепловой импульс тока короткого замыкания, кА²·с;

$B_{тер,доп}$ – допустимый тепловой импульс, определяемый по паспортным данным токопровода как произведение квадрата тока термической стойкости на время его протекания, кА²·с

Так как расчетная точка КЗ делит схему на две независимые части, одна из которых содержит источники энергии системы, для которых КЗ является удаленным, а другая – генератор ТГ-8, для которой точка КЗ является близким, то тепловой импульс тока короткого замыкания, согласно [1], определяется по формуле:

$$B_k = (I_{п0.с}^2 + 2 \cdot I_{п0.с}^2 \cdot I_{п0.с}^2 \cdot Q_{*кз} + I_{п0.с}^2 \cdot B_{*кз}) \cdot t_{отк} + I_{п0.с}^2 \cdot T_{а.с} \cdot \left(1 - e^{-\frac{2t_{отк}}{T_{а.с}}}\right) + I_{п0.с}^2 \cdot T_{а.г} \cdot \left(1 - e^{-\frac{2t_{отк}}{T_{а.с}}}\right) + \frac{4 \cdot I_{п0.с} \cdot T_{п0.с} \cdot T_{а.с} \cdot T_{а.г}}{T_{а.с} \cdot T_{а.г}}$$

где $I_{п0.с}$, $I_{п0.г}$ – ток короткого замыкания на токопроводе 20 кВ от системы и генератора соответственно, кА;

$t_{отк}$ – время отключения КЗ, равное времени действия резервной защиты $t_{отк} = 4$ с;

$B_{*кз, Q_{*кз}}$ – относительный интеграл Джоуля и относительный интеграл от периодической составляющей тока в месте КЗ, обусловленной действием генератора соответственно, определяемый по кривым [1];

$T_{а.с}$, $T_{а.г}$ – постоянная времени затухания аperiodической составляющей тока КЗ от системы и генератора соответственно $T_{а.с} = 0,15$ с, $T_{а.г} = 0,45$ с.

$$B_k = (106,95^2 + 2 \cdot 106,95 \cdot 80,10 \cdot 0,77 + 80,10^2 \cdot 0,57) \cdot 4 + 106,95^2 \cdot 0,15 \cdot \left(1 - e^{-\frac{2,4}{0,15}}\right) + 80,10^2 \cdot 0,45 \cdot \left(1 - e^{-\frac{2,4}{0,45}}\right) + \frac{4 \cdot 106,95 \cdot 80,10 \cdot 0,15 \cdot 0,45}{0,15 + 0,45} = 121610 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

Согласно [2]. термическая стойкость на генераторном напряжении проверяется исходя из времени действия резервной защиты генератора, равного 4 с. В паспортных данных на токопровод указан ток термической стойкости $I_{тер} = 220$ кА, а время протекания тока $t_{тер} = 3$ с. Исходя из этого необходимо пересчитать ток термической стойкости при его протекании в течении 4 с по выражению:

$$I_{тер.экв} = I_{тер.ном} \cdot \sqrt{\frac{t_{тер.экв}}{t_{отк}}}$$

где $I_{тер.ном}$ – ток термической стойкости по паспортным данным, кА;

$t_{тер.ном}$ – время протекания тока термической стойкости по паспортным данным, с.

$$I_{тер.экв} = 220 \cdot \sqrt{\frac{3}{4}} = 190,53 \text{ кА}$$

$$B_k = 121610 \text{ кА}^2 \cdot \text{с} < B_{тер.} = 190,53^2 \cdot 4 = 145200 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

ВЫВОДЫ

Таким образом, выбранный токопровод удовлетворяет всем условиям проверки. Результаты выбора представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты выбора токопровода отпайки к трансформатору возбуждения 8ТВ

Условия выбора	Расчетные данные	Паспортные данные
$U_{уст} < U_{ном}$	20 кВ	20 кВ
$I_{раб.мах} < I_{ном}$	165 А	1600 А
$i_{уд} < i_{дин}$	516,64 кА	560 кА
$V_k < V_{тер.доп}$	121610 кА ² с	145200 кА ² с

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Ульянов, С. А.** Электромагнитные переходные процессы в электрических системах. – М. : Энергия, 1970. – 520 с.

2 **Васильев, А. А., Крючков, И. П., Наяшкова, Е. Ф., Неклепаев, Б. Н., Околович, М. Н.** Электрическая часть станции и подстанции. – М. : Энергия, 1980. – 608 с.

3 РД 153–34.0–20.527–98 Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования. – М. : Российское акционерное общество энергетики и электрификации «ЕЭС России», 1998. – 33 с.

4 Правила устройства электроустановок Республики Казахстан. – Астана, 2003.

Материал поступил в редакцию 11.12.17.

Д. С. Ахметбаев, Ж. Аманжол

Екібастұз МАЭС 1 энергоблогының электрлік бөлігін жаңғырту

С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті,
Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Материал 11.12.17 баспаға түсті.

D. S. Ahmetbayev, Zh. Amanzhol

On the modernization of the electrical part of the power unit of Ekibastuz GRES 1

S. Seifullin Kazakh Agro Technical University,
Astana, 010000, Republic of Kazakhstan.

Material received on 11.12.17.

Жұмыста модернизацияға дейінгі жағдайы туралы қысқаша ақпарат баяндалған. Тура, кері және нөлдік тізбектердің токтарына

арналған ауыстыру тізбегінің есептелген параметрлері атаулы бірліктерде анықталады және есепте алынған негізгі кернеулер деңгейіне келтірілген. Жүйенің нөлдік тізбектерінің кедергілерін анықтау үшін кернеуі 500 кВ шинада қалыптасқан, энергия жүйесі бойынша алдын ала есептелген, бір фазалы қысқа тұйықталу тогының есептелуінен анықталған параметрлер пайдаланған. Есептеулер электр жүйелері элементтерінің белсенді кедергілерін есепке алмай жүргізілді. Соққы коэффициенті электр желісінің элементтерінің белсенді кедергісін ескере отырып, анықталды. Есептеу сызбалары және қысқа тұйықталу есептерінің аналитикалық тәсілдер арқылы шешілген есептің нәтижелері келтірілген. 500 МВт электрлік бөлікті модернизациялаумен айналысатын заманауи электрлік жабдықтарды таңдауға және тексеруге мүмкіншілік тудыратын барлық жағдай жасалды.

The work outlines the short state of the station before modernization. The calculated parameters of the replacement circuit for the currents of the forward, reverse and zero sequences are defined in named units and are reduced to the calculated basic stress levels. Resistance for the residual current of the system is determined from the calculation of the single-phase short-circuit current on the 500 kV buses on the system side. Calculations were carried out without taking into account the active resistances of the elements of electrical systems. The impact coefficient was determined taking into account the active resistances of the elements of the electric network. Calculation schemes and results of short circuit calculations are given. The conditions for the selection and verification of modern electrical equipment with the best performance characteristics involved in the modernization of the electrical part of the 500 mW unit are described.

А. Н. Ахметова, А. Х. Мустафин

¹магистрант, Факультет химических технологий и естествознания, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

²к.т.н., профессор, Факультет химических технологий и естествознания, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан
e-mail: infiniti_777-91@mail.ru

ГАЗОСНАБЖЕНИЕ ЗДАНИЙ

В данной статье рассматриваются способы и общие принципы работы оборудования в газоснабжении зданий природными и искусственными газами. Считаю что в настоящее время следует уделять намного больше внимания к изучению методов более эффективного транспорта газа до потребителя. В работе уделено внимание к городским системам газоснабжения и их основным характеристикам. А так же описан расчет газовых сетей и расчет кольцевых сетей высокого (среднего) и низкого давлений. Проводится анализ работы регуляторов давления, газорегуляторных пунктов и работа газораспределительных станций. Оценена надежность распределительных систем газоснабжения коммунальных объектов. Также в статье можно узнать о газовом оборудовании и приборах используемых в газоснабжении таких коммунальных объектах как жилые многоэтажные здания.

Ключевые слова: газ, газовая промышленность, газопроводы.

ВВЕДЕНИЕ

В нашей стране бурными темпами развивается газовая промышленность, что способствует газификации городов, промышленных узлов и сельских населенных пунктов. В настоящее время газ стал одним из основных видов топлива, и удельный вес его в топливном балансе страны все время увеличивается. Если в 1960 г. доля газового топлива составляла 7,9 %, то в 1970 г. она увеличилась до 18 %. В 1975 г. удельный вес газового топлива достиг 22 %. Сейчас нет ни одной отрасли народного хозяйства, где бы не применяли газовое топливо. Наиболее широко газ используют для коммунально-бытовых целей и прежде всего для приготовления пищи и нагревания воды в квартирах, а также для отопления. Широко используют

газ во многих отраслях промышленности: в металлургии, машиностроении, в производстве строительных материалов и др. Все более широкое применение находит газ в сельском хозяйстве для отопления теплиц и животноводческих помещений. Большое количество природного газа сжигается в топках котлов электростанций для выработки энергии и нагревания воды. Газ является ценным сырьем для химической промышленности, в частности в производстве синтетических материалов. В практике газоснабжения используют различные газы, отличающиеся по происхождению, химическому составу и физическим свойствам. По происхождению горючие газы разделяют на естественные (природные) и искусственные, вырабатываемые из твердого и жидкого топлива. Природные газы добывают из скважин чисто газовых месторождений, а также газонефтяных месторождений попутно с нефтью. Газы чисто газовых месторождений преимущественно состоят из метана с небольшим содержанием тяжелых углеводородов. В газах газонефтяных месторождений наряду с метаном содержится значительное количество тяжелых углеводородов (пропан, бутан). Природный газ не имеет запаха, в связи с этим до подачи в сеть его добавляют небольшое количество органических веществ (одорантов), обладающих резким запахом, что позволяет обнаруживать утечки.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Искусственные газы вырабатывают на специальных газобензиновых заводах, а также на заводах по переработке нефти или получают как побочный продукт при сжигании угля на металлургических заводах. Для газоснабжения населенных пунктов из искусственных газов используют главным образом сжиженные углеводородные газы. При неумелом или небрежном обращении горючие газы могут явиться причиной взрывов, пожаров, отравлений. Широкий размах работ по газификации определил необходимость создания новой отрасли хозяйства во многих городах и сельской местности – газового хозяйства, основой которого являются газовые сети и установки для регулирования давления и сжигания газа. Газовые сети представляют собой сложную инженерную систему трубопроводов для подачи газа различным потребителям. Все газопроводы взаимосвязаны между собой регуляторными установками, которые обеспечивают заданное давление газа в зависимости от назначения газопровода. Установки для сжигания газа являются наиболее объемной частью газового хозяйства города или района. К ним относятся бытовые газовые приборы – плиты, водонагреватели, холодильники, отопительные и промышленные котлы, печи, а также приборы и установки предприятий общественного питания.

Газовые сети. Наружные газопроводы составляют основу газовых сетей. К ним относятся уличные, внутриквартальные, дворовые, межцеховые и межпоселковые газопроводы. На территории городов и других населенных пунктов все уличные газопроводы независимо от их назначения и давления газа укладывают в грунт. Надземную прокладку газопроводов допускают лишь при переходах через естественные и искусственные препятствия. На территориях промышленных и коммунальных предприятий рекомендуют применять преимущественно надземную прокладку газопроводов по стенам зданий, на опорах и по кровлям. Внутриквартальные и дворовые газопроводы прокладывают как в грунте, так и по стенам зданий на опорах. При использовании сжиженных газов наружная прокладка газопроводов недопустима.

Вводы газопроводов в жилые здания делают в нежилых помещениях, доступных для осмотра газопроводов (например, лестничные клетки, кухни, коридоры). Минимальная глубина заложения газопроводов должна быть 0,6–0,9 м. В местах расположения задвижек устраивают колодцы с хорошей гидроизоляцией стенок и днища.

Внутренние газопроводы служат для подачи газа из уличных распределительных газопроводов к газовым приборам и установкам. К ним относятся ответвления от уличных газопроводов, дворовые газопроводы с вводами в здания, а также внутридомовые или внутрицеховые разводки. Внутренние газопроводы, так же как и уличные сети, подразделяют на газопроводы низкого, среднего и высокого давления. Во внутренних газовых сетях жилых и общественных зданий, детских и лечебных учреждений, учебных заведений, предприятий общественного питания и т. д. допускается только низкое давление. В газопроводах промышленных предприятий разрешается давление среднее и высокое – не свыше 0,6 МПа.

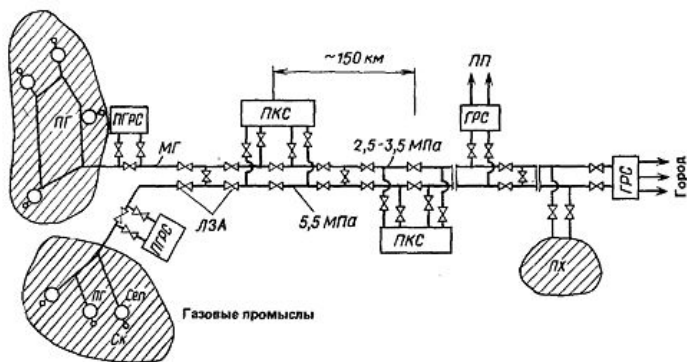


Рисунок 1 – Схема газоснабжения жилых домов природным газом

Для всех внутренних газопроводов используют стальные трубы и прокладывают их открыто. Снабжение жилых домов газом осуществляют от газопроводов низкого давления или при отсутствии таковых от газопроводов среднего или высокого давления через регуляторы давления РД-М. Схема газоснабжения дома непосредственно (рис.1) от уличного газопровода низкого давления и группы домов – газопровода среднего давления через шкафной регуляторный пункт, который размещен на торцевой стене дома.

Система газоснабжения дома состоит из ответвления от уличных распределительных газопроводов, дворовых газопроводов, вводов, настенной разводки, стояков, квартирных газопроводов. Наибольшее применение для газопроводов получили стальные трубы диаметром от 10 до 1000 мм, реже используют полиэтиленовые и винилпластовые трубы.

Полиэтиленовые трубы используют в основном при строительстве распределительных газопроводов низкого давления. Главным преимуществом этих труб является высокая антикоррозионная стойкость, в связи с этим перед укладкой в грунт полиэтиленовые трубы не покрывают антикоррозионными покрытиями. Однако механическая прочность этих труб во много раз меньше, чем стальных. Кроме того, они имеют большой коэффициент линейного расширения и нестойки при попадании нефтепродуктов, масел и жиров.

Для включения отдельных участков газопроводов или для отключения служит запорная арматура. Такую арматуру устанавливают: на основных газопроводах высокого и среднего давления для выключения отдельных участков (чаще всего через 2–3 км); на ответвлениях от газопроводов высокого или среднего давления; при пересечениях газопроводами естественных и искусственных препятствий (рек, железных дорог, автомагистралей и т. п.); на ответвлениях к промышленным предприятиям или группе домов; на вводах к отдельным зданиям; перед приборами. Запорная арматура газопроводов должна обеспечивать: надежность и герметичность отключения; быстроту закрывания и открывания; простоту обслуживания и минимальное гидравлическое сопротивление.

На магистральных (уличных) газопроводах, как правило, устанавливают задвижки, на вводах в дома – краны и гидрозатворы, а на внутренних газопроводах – краны и вентили.

В качестве газового топлива используют естественные (природные) и искусственные горючие газы. Широкая замена газом других видов топлива, используемого в быту и в промышленности, способствует оздоровлению воздушного бассейна городов и поселков, улучшению бытовых условий для проживающего в них населения.

Искусственные горючие газы получают путем сухой перегонки или термической обработки твердого или жидкого топлива (каменного

угля, сланцев, торфа, нефтепродуктов и др.). Эти виды газов производят специальные газовые заводы. Получают их также как побочный продукт на металлургических, нефтеперерабатывающих и коксохимических заводах. Кроме того, в качестве топлива используют жидкие или сжиженные под высоким давлением газы – смесь тяжелых углеводородов, обычно пропана, бутана и изобутана. В целях предотвращения опасных последствий искусственные газы очищают от вредных примесей непосредственно на газовых заводах. Газ из магистральных трубопроводов, пройдя контрольно-регуляторные пункты, поступает в городскую уличную сеть. Городские газопроводы бывают наружные и внутренние. По наружным магистралям газ подается в отдельные здания или группы зданий, а по внутренним газ поступает в дома.

ВЫВОДЫ

Распределительные сети являются сложными многокольцевыми системами, экономичное проектирование которых должно базироваться на современных методах оптимизации с учетом вероятностного характера функционирования и обеспечение требуемой надежности подачи газа потребителям.

Снижение стоимости и металлоемкости систем газоснабжения имеет большое народнохозяйственное значение. Вторая, не менее важная задача заключается в обеспечении полного и надежного газоснабжения всех предусмотренных потребителей. Именно скоординированное решение обеих задач позволяет достигнуть высокой эффективности использования газа. Эта проблема решается, начиная с проектирования, когда определяются основные параметры системы, и далее непрерывно в течение всего периода эксплуатации. Все достоинства газового топлива могут быть рационально использованы только специалистами, хорошо усвоившими основы газоснабжения и строго соблюдающими правила безопасности в газовом хозяйстве.

Неоспоримые достоинства газа и наличие его значительных запасов создают условия для дальнейшего развития газоснабжения страны.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 СНиП 42–01–2002 Газораспределительные системы.
- 2 СП 42–101–2003 Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб
- 3 **Ионин, А. А.** Газоснабжение. Учебник для вузов. Изд. 2–е, пераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1975.

4 **Пешехонов, Н. И.** Проектирование газоснабжения – Киев : Будивельник, 1970.

5 **Порецкий, Л. Я. и др.** Справочник эксплуатационника газифицированных котельных / Л. Я. Порецкий, Р. Р. Рыбаков, Е. Б. Столпнер и др. – 2–е изд., перераб. и доп. – Л. : Недра, 1988.

6 **Шанин, Б. В., Кочев, А. Г.** Газоснабжение района города. Метод. указания к курсовому проекту – Горький, 1988.

Материал поступил в редакцию 11.12.17.

А. Н. Ахметова, А. Х. Мустафин

Ғимараттарды газбен жабдықтау

Химиялық технологиялар және жаратылыстану факультеті,
С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.
Материал 11.12.17 баспаға түсті.

A. N. Akhmetova, A. H. Mustafin

Gas supply of buildings

Faculty of Chemical Technology and Natural Sciences,
S. Toraighyrov Pavlodar State University,
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.
Material received on 11.12.17.

Бұл мақалада ғимараттарды газбен жабдықтау құралы жұмысы арқылы табиғи және жасанды газдардың ортақ принциптері мен тәсілдері қаралады. Қазіргі таңда газды көліктің тиімді әдістерін зерделуге тұтынушыға дейін әлдеқайда көп көңіл бөлген жән деп санаймын. Осы жұмыста қалалық газбен жабдықтау жүйелеріне және олардың негізгі сипаттамаларына назар аударылған. Сондай-ақ, газ желілері мен сақиналы желілерге жоғары (орта) және төмен қысымдарына есептеулер келтірілген. Қысым реттегіштеріне, газ реттегіш пункттеріне және газ тарату станциялары жұмыстарына талдау жүргізіледі. Коммуналдық объектілерге газбен жабдықтау жүйелерін таратуға деген сенімділігі бағаланды. Сондай-ақ, мақалада тұрғын көпқабатты ғимараттар сияқты коммуналдық объектілерінде газбен жабдықтауға қолданылған газ жабдықтары мен аспаптарын білуге болады.

In this article the methods and general principles of equipment operation are examined in the natural and artificial gas-supplying of buildings. I consider that it is presently necessary to spare far more attention to the study of methods of more effective gas transport to the consumer. The attention is paid to the municipal systems of gas-supplying and their basic descriptions. And the calculation of gas networks and calculation of ring network of high (middle) and subzero pressures are similarly described. The analysis of work of unloaders, gas control points and work of the gas-distributing stations is conducted. The reliability of the distributive systems of gas-supplying of communal objects is appraised. Also, in the article, it is possible to learn about gas equipment and devices used in gas-supplying of such communal objects as multistory residential buildings.

ГРНТИ 50.49.37

Р. Б. Абдрахманов, Н. Т. Рустамов

Факультет инженерии, Международный казахско-турецкий университет имени Х. А. Ясави, г. Туркестан, 161200, Республика Казахстан

МАНИПУЛИРУЕМОСТЬ СООБЩЕНИЙ О ВЫПОЛНЕНИИ ПЛАНА В АКТИВНЫХ СИСТЕМАХ

Эффективность активных систем зависит от того как выполняется поставленный план. Сообщения о выполнении плана играют существенную роль в момент, когда принимаются управленческие решения. А манипулируемость этими сообщениями чревата плохими последствиями для системы. В данной работе рассматривается вопрос связанный с манипулированием сообщениями о выполнении плана активными элементами организации A_c и определении критерия не манипулируемости этих сообщений. Определяя закон открытого управления как условие NDA оценивается критерий манипулируемости и не манипулируемости сообщений \tilde{S} о выполнении плана активными элементами. В процессе управления, без обратной связи, центр организации не может принимать оперативно управленческих решений. Доказывается необходимость представления в АС сообщения о выполнении плана активными элементами с помощью административного контроля.

Ключевые слова: активный элемент, активная система, условие NDA, управляемость активного элемента, закон открытого управления, манипулируемость сообщений \tilde{S} .

ВВЕДЕНИЕ

Центр A_c (активная система [1, 2].) очень нуждается в информации идущей к нему от структурных подразделений. От ее объективности во многом зависит результативность принимаемых управленческих решений. Однако, неравное положение отправителя и получателя информации в иерархии, зависимость последнего от первого создает угрозу искажения ее содержания. На каждом управленческом уровне происходит ее фильтрация, и до самого верха не доходит ее первоначального содержательного объема. Каждый уровневый руководитель, фильтрующий информацию идущий к центру A_c старается отсечь то, что препятствует его интересам. Подчиненные стараются преувеличивать свои достижения и скрывать недостатки. С другой

стороны, искаженная информация снижает эффективность управления организацией.

При таком подходе важно не забывать об исходных условиях, согласно которым выработка, осуществление и обеспечение соблюдения соглашений должны быть эффективными. Такая эффективность достигается с учетом социально – психологических состояний активного элемента A_c при реакции на управляющие воздействия G . Учет такой реакции характеризует функция управляемости MB_A активными элементами системы [3,4]. Таким образом, эффективность управления активной системой A_c – организацией надо рассматривать с учетом функции управляемости MB_A и MB_{A_c} [4,5,6].

Очевидно, что закономерно исследовать «управляемость A_c » в более широком аспекте, а именно, со стороны существенных характеристик управляемости объекта, не только воспринимающего управляющие воздействия, но и активно откликающегося от него, т.е. имеющего обратную связь, формируя специфическую систему воздействий на объект, со свойственным ей типом отношений управления. Под управляемостью A_c будем понимать способность организации к целенаправленному функционированию и сохранению целостности при наименьших затратах производственных ресурсов для достижение его целей.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Пусть состояние системы описывается переменной $y \in A$, принадлежащей допустимому множеству A . Состояние A_c в рассматриваемый момент времени зависит от управляющих воздействий $\eta \in U$, $y = G(\eta)$. Предположим, что на множестве задан $U \times A$ функционал $\Phi(\eta, y)$, определяющий эффективность функционирования A_c (с точки зрения управляющего органа). Величина $MB_{A_c}(\eta) = \Phi(\eta, G(\eta))$ называется эффективностью управления $\eta \in U$. Где, A – множества состояний A_c зависящий от множества A и управляющих воздействия U отраженной в R^1 их декартово произведение

Цель работы. Оценить задачу управляющего органа в выборе такого допустимого управления $\eta \in U$, который максимизировал функционал

$$\max_{\eta \in U} MB_{A_c}(\eta): X \rightarrow \tilde{S} \tag{1}$$

Метод решение. Рассмотрим целевую функции A_c такая функция, которая задается в следующем виде:

$$\Psi(\cdot): A \times U \rightarrow R^1 \tag{2}$$

Пусть $y = (y^{nt}, y^{MB_{A_c}}) \in A$ – некоторые состояние, где y^{nt} – планируемые компоненты, а $y^{MB_{A_c}}$ – не планируемые компоненты. Естественно принять, что при одном и том же состоянии y более благоприятной является ситуация, когда это состояние было запланировано т.е. $y^{nt} = \pi$, где π – множество планов. Если состояние y^{nt} , не совпадает планом, то A_c несет потери. Будем предполагать, что для каждого активного элемента A_j системы A_c задана целевая функция $f_i(\pi_i, y_i)$ его поведение определяется стремлением к ее максимизации. Зависимость целевой функции A_j от плана часто определяется тем, что при не выполнении плана A_j «штрафуется». После начала деятельности A_j несет ответственность за не выполнение каждого показателя плана π .

Формально это можно отразить следующим условиям:

$$f_i(\pi_i, y_i) \leq f_i(y_i^{nt}, y_i^{MB_{A_c}}) \text{ если } \pi \neq y_i^{nt} \tag{3}$$

где y_i^{nt} – планируемые компоненты состояния i – го A_j .

Будем считать, что интересы центра задаются его целевой функцией $\phi(\eta(x)MB_{A_c})$. Тогда, задачей центра является выбор такой процедуры планирования (управляющие воздействия), чтобы в точке равновесия $MB_{A_c} \rightarrow \max_{M_{A_c}}$, значение его целевой функции было максимально. Здесь MB_{A_c} – интегрированный коэффициент управляемости A_c и равно

$MB_{A_c} \approx \sum_{i \in J} A_i^i$. Понятно, для центра такой равновесия достигается, когда A_c максимально управляема, т.е. MB_{A_c} достигает своего максимума. При этом, получив плановые задания, элементы A_c выбирают свои действия. $y_i \in A$. В предложении рационального поведения A_j при фиксированных планах выбираемые действия y_i будут максимизировать соответствующие целевые функции, т.е.

$$y_i^* \in P_i(x_j, r_i) = Arg \max_{y_i \in A_i} f_i(x_i, y_i, r_i) \tag{4}$$

Таким образом, можно говорить о функции полезности A_j иногда функциями предпочтения

$$\Psi_i(x_j, r_i) = Arg \max f_i(x_i, y_i, r_i) \tag{5}$$

Целевая функция центра может быть определена как $\Psi_i(x_j, r_i) = \Psi(x, y^*(x, r))$ где $y^*(x, r) = (y_1^*(x_1, r_1), y_2^*(x_2, r_2), \dots, y_n^*(x_n, r_n) (MB_{A_c}))$. Тогда можно определить эффективность механизма с сообщением информации о выполнении плана как:

$$K(\Sigma) = \min_{r \in \Omega} \Psi(\pi(s^*(r)), r(MB_A)) \quad (6)$$

здесь $s^*(r)$ – сообщение о выполнении r – типа A_j .

Очевидно, в механизмах с сообщениями информации активные элементы будут руководствоваться своей собственной полезностью, и необязательно будут сообщать достоверную информацию. *Явление, сообщения недостоверной информации называется манипулированием информацией*, а механизмы, в которых выгодно сообщения достоверной информации называются не манипулированием. На практике в A_c где «слабое» механизмы сбора сообщений \tilde{S} о выполнении плана активным элементом A_j сопутствует неудача A_c . Если механизмы сбора \tilde{S} «сильное» то A_c сопутствуют удаче. Теперь надо формально определить понятия «сильное» и «слабое». Сильное механизмы контроля за неманипулируемостью \tilde{S} зависит от корректности работы процедуры административного контроля [7]:

$$A_{k_x} : G(\eta) \rightarrow \tilde{S} \quad (7)$$

где $G(\eta)$ – модель управляющих воздействий A_c [3], \tilde{S} – множество сообщение о A_k выполнения плана A_j . Но иногда при корректно работающей процедуры, эффективность выполнения плана будет низкой. В этом случае центру надо осуществить процедуру разделения полномочий между активными элементами A_c системы.

Теорема 1. $K(\Sigma) = \min_{r \in \Omega} \Psi(\pi(s^*(r)), r(MB_A))$ будет выполняться для A_c , если целевую функцию представить в следующем виде:

$$\Psi(\pi(s^*(r)), r(MB_A)) = \bigcup_{i \in j} \Psi_j(\pi_j(s^*(r)), r_j(MB_A))$$

Доказательство. Если каждая структура A_c будет отвечать за конечный результат своих действий, то $Z \in A_c^c$, где $A_c^c \in A_c$, $y \in A^c$, где $A^c \in A$, $x \in x^c$, где $x^c \in x$ и б: $x^c x A_c^c \rightarrow R|M$, $e_1(x, z) : x^c A_c^c \rightarrow R|M$; то $K(\Sigma) = K(\Sigma^c) \cup K_i(\Sigma^c) \cup \dots \cup K_n(\Sigma^c)$

В этом случае функция $K(\Sigma)$ достигает своего \min быстрее из-за не аддитивности Ψ_i , т.е. $\Psi_{A,B} \neq \Psi_A + \Psi_B$. Это теорема показывает положительное влияние разделения полномочий центрам на эффективность выполнения плана.

Возникает закономерный вопрос: Почему в реальных организационных системах наблюдается эффекты двойного (межуровневого) подчинения? Дескриптивное объяснение таково, выше предполагалось, что потери эффективности могут возникнуть только из-за факторов агрегирования, декомпозиции задач управления и не достаточной информированности центра об управляемости A_j . Вообще, можно ли выработать для A_c условие не манипулируемости \tilde{S} при заданном пороге управляемости ε_1 и ε_2 . Здесь ε_1 порог управляемости A_A , ε_2 – порог управляемости A_j .

Расширяя, механизм открытого управления можно будет достичь поставленной цели. Если проанализировать механизм открытого управления, то можно понять, без обеспечения управляемости A_c , трудно обеспечить эффективной работы принципа открытого управления.

Зададим для каждого A_j множество x_i – множества допустимых планов i -го A_j , $s^* \in \tilde{S}$ сообщение выполнение i -того A_{ji} .

Рассмотрим следующего процедуру планирования

$$\left\{ \begin{aligned} \Phi(MB_A, x, y) &\rightarrow \max_{x,y} \text{ для } MB_A > \varepsilon_1 \end{aligned} \right. \quad (8)$$

$$\left\{ \begin{aligned} f_i(MB_A, x_j, s_j^*) &\rightarrow \max_{z \in X_i} f_i(z_1, s_i^*, MB_A) \text{ для } MB_A (MB_A > \varepsilon_2) \end{aligned} \right. \quad (9)$$

где, $z \in A$ результат деятельности A_j . Условия (8) обеспечивает назначение A_j плана, максимизирующего его управляемость, т.е. $MB_{A_j} \rightarrow \max$ и условия (9) в неявном виде задает процедуру планирования, максимизирующую управляемость A_c , т.е. $MB_A \rightarrow \max_{x,y}$. Это и является целевой функцией центра. Процедура удовлетворяющие условия (8), (9) называется механизмом управления открытого управления на базе условий NDA. Условия (8), (9) называются условиям NDA.

Теорема 2. Необходимым и достаточным условием неманипулируемости сообщении \tilde{S} для любого $r(MB_A) \in \Omega$ является существование множеств $X_i(S_i^*)$ для которых выполнено условия NDA.

Доказательство. Докажем, что неманипулируемое сообщение в механизме $\pi(s) : \tilde{s} \rightarrow X$, где $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, вектор планирование, $r_i(MB_A) \in \Omega$, удовлетворяющий условие NDA, является равновесием X для любого типа $r_i(MB_A) \in \Omega$, активного элемента с центром A_c .

Пусть выполнены условия NDA, т.е. центр A_c осуществил механизм планирования таким образом, что управляемость каждого A_j будет обеспечивать управляемость всей A_c . Только в этом случае $\Phi(MB_A, x, y) \rightarrow \max_{x,y}$.

Следствие. Сообщение \tilde{S} (не манипулируемым) является удовлетворяющим условием для всех $r_i(MB_A) \in \Omega$, если использование

условия NDA в управлении A_c имеет принципиальное значение. Таким образом выполнение условия NDA обеспечивает не манипулируемость S^* , а не выполнения этого условия обеспечивает манипулируемость \tilde{S} .

Доказательство. Возьмем произвольные A_{z_i} , $i \in I$ и вектор $s_i \in \Omega_i$, и рассмотрим вектор типов A_{z_i} , равный $r_i(MB_{A_{z_i}}, s_i^*)$ при манипулируемости \tilde{S} из условия NDA имеем $f(\Pi_i(r_i, s_i^*), r_i) = \max_{z \in X_i(S_i^*)} f(MB_{A_{z_i}}, z_i, r_i)$, $MB_{A_{z_i}} \geq \varepsilon_2$ поэтому

$$\forall z \in X(S_i^*), f_i(\pi_i(r_i), r_i) \geq f_i(z, r_i, (MB_{A_{z_i}} \geq \varepsilon_2)) \text{ итак как } \forall s_i^* \in \Omega, \pi_i(S_i^*) \in X_i(S_i^*), \text{ то}$$

$\forall s_i^* \in \Omega, f(\pi(r_i, S_i^*), r_i) \geq f(\pi_i(S_i^*), r_i, (MB_{A_{z_i}} \geq \varepsilon_2))$ то есть не манипулируемым \tilde{S} – является равновесным условием A_{z_i} в активного элемента с центром A_c .

Следовательно, сообщение \tilde{S} будет манипулироваться, если $MB_{A_{z_i}} < MB_{A_c}$,

И сообщение будет не манипулироваться, если $MB_{A_{z_i}} < MB_{A_c}$. Здесь надо отметить, что управляемость A_{z_i} – та будет оцениваться структурой A_c , и центром A_c . Поэтому, когда рассматривается вопрос манипулируемости \tilde{S} , центр должен учитывать этот фактор.

ВЫВОДЫ

Повышения эффективности управления организационными структурами, при ограниченности ресурсов, имеет жизненно важное значение для организации. Сама процедура выбора управляющих воздействий сильно зависит от оценки манипулируемости сообщений \tilde{S} . При этом необходимо определять степень управляемости активных элементов и в целом сомой A_c . С другой стороны, эффективное управления активной системой, требует эффективной процедуры A_c . Так, как в процессе управления, без обратной связи, центр организации не может принимать оперативно управленческих решений. По этому в A_c будет разумным, если представлять передачу сообщений \tilde{S} о выполнения плана активным элементом A_{z_i} организации с помощью процедуры административного контроля A_c . Необходимость к этому возникает из-за существования в структурах A_c и между активными элементами реакции на управляющие воздействия. В этом случае искажение сообщений \tilde{S} передаваемое центру будет минимальным. За счет этого эффективность управления максимизируется.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Новиков, Д. А. Теория управления организационными системами. 2-е изд. – М. : Изд-во физико-математической литературы, 2007. – 585 с.
- 2 Бурков, В. Н., Кондратьев, В. В. Механизмы функционирования организационных систем. – М. : Наука, 1981. – 384 с.
- 3 Рустамов, Н. Т., Ибраим, М., Абдрахманов, Р. Б.. Закономерности организационных успехов и неудач. – Т. : «Fanvatexnologiya», 2009. – 200 с.
- 4 Хуснутдинова, Х. Х., Рустамов, Н. Т. Информационные системы оценки управляемости. Ташкент : ФАН, 2005. – 128 с. – ISBN 5-648-03155-6.
- 5 Рустамов, Н. Т., Абдрахманов, Р. Б. Управляемость и условие неманипулируемости сообщений о выполнении плана элементами активной системы //Труды Четвертой Международной конференции по проблемам управления. – Москва : Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова, 2009. – С. 1258–1268.
- 6 Рустамов, Н. Т., Абдрахманов, Р. Б. К вопросу информатизации менеджмента // Тезисы докладов Третьей международной конференции по проблемам управления. – М. : ИПУ им. В. А. Трапезникова, 2006. – 17 с.
- 7 Rustamov, N., Dosanov, N. Effect of Administrative Control Procedures to Efficiency of Organization Management. // International Journal of Mathematical Analysis. – Vol. 9. – 2015, – No. 11. – P. 521–526. – HIKARI Ltd, [Electronic resource] www.m-hikari.com. – http://dx.doi.org/10.12988/ijma.2015.411356

Материал поступил в редакцию 11.12.17.

Р. Б. Абдрахманов, Н. Т. Рустамов

Белсенді жүйелерде жоспарды орындау туралы хабарламалардың манипуляциялануы

Қ. А. Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті,
Түркістан қ., 161200, Қазақстан Республикасы.
Материал 11.12.17 баспаға түсті.

R. B. Abdrakhmanov, N. T. Rustamov

Manipulability of reports on the fulfillment of the plan in active systems

Khoja Akhmet Yesevi International Kazakh-Turkish University,
Turkistan, 161200, Republic of Kazakhstan.
Material received on 11.12.17.

Белсенді жүйелердің тиімділігі жоспардың орындалу деңгейіне тәуелді. Жоспарды орындау туралы хабарламалар басқарушылық

шешім қабылдау кезінде маңызды рөл атқарады. Ал манипуляцияланған хабарламалар ол жүйе үшін нашар салдарға алып келуі мүмкін. Бұл жұмыста A_c ұйымының элементтері тарапынан жоспарды орындау бойынша хабарламаларды манипуляциялау және бұл хабарламалардың бұрмаланбау критериясын анықтау мәселелері қарастырылады. Ашық басқару заңын NDA шарты түрінде анықтап жоспарды орындау туралы белсенді жүйе элементтерінің \tilde{S} хабарламаларының манипуляциялану критерийі бағаланады. Басқару процесінде кері байланыссыз орталық шешімдерді дер кезінде қабылдай алмайды. Белсенді жүйелерде жоспардың белсенді элементтер орындап жатқандығы туралы хабарламаның әкімшілік бақылау арқылы орындалатыны дәлелденген.

The effectiveness of active systems depends on how the plan is implemented. Reports on the implementation of the plan plays a significant role at the time when management decisions are made. And the ability of these messages is fraught with bad consequences for the system. In this paper, we consider the issue of manipulating reports on the implementation of the plan by active elements of the organization A_c and determining the criterion of non-manipulability of these messages. Defining the law of open management as an NDA condition, the criterion of manipulability and non-manipulability of reports on the fulfillment of a plan by active elements is assessed. In the management process, without feedback, the center of the organization can not make operative management decisions. It is proved necessary to report to the AC on the implementation of the plan by active elements through administrative control.

SRSTI 20.23.17

S. Aubakirov

graduate student, Faculty of Mathematics and Mechanics, al-Farabi Kazakh National University, Almaty, 050040, Republic of Kazakhstan
e-mail: aubakirov.sanzhar@gmail.com

IMPLEMENTATION OF FUZZY TEXT SEARCH

In this paper we describe the search engine that was developed jointly with Department of Emergency Situations of Almaty city. We address the task of monitoring Kazakhstan news. To automate the collection and analysis of texts, an information system was designed and implemented. The system continuously monitors Kazakhstan's information sites and stores all news in the data warehouse. The news collection collects news messages, extract passages or text pieces and save it to NOSQL Database collections. Text stored in NoSQL Database is distributed to a different context based collections for further processing and classification. This work focused on fuzzy text search algorithm implementation being part of search engine. We consider the problem of fuzzy full-text search in text collections, that is, full-text search which is robust against errors. We present pre-processing techniques that achieve interactive query times on large text collections.

Keywords: indexing, search engine, information retrieval, fuzzy search.

INTRODUCTION

In many applications, it is desirable that the search engine is robust against mistakes on the side of the searched documents. For example, when searching for algorithm in a collection of computer science articles, we would also like to find those articles where that word has been misspelled, for example, as *documents*, *douments*, or *documnets*. This happens surprisingly often, either due to typos caused by the author of the paper. Fuzzy search algorithms (also known as similarity search algorithms) are a basis of spell-checkers and full-fledged search engines like Google or Yandex.

MAIN PART

We consider two similarity measures, one where the query terms match similar terms in the collection and one where the query terms match terms with a similar prefix in the collection. The latter is important when we want to display results instantly after each keystroke (search as you type). It is desirable that a

search engine be robust against mistakes in the query. For example, when a user types fuzzy search algorithm, the search engine should also return documents containing the words fuzzy search algorithm. Search results for the alternative query are then either displayed proactively, in a separate panel, or by clicking on a corresponding link. In the next sections we describe general approaches to fuzzy search problem.

In 1998, Google search engine took the lead in PageRank [1], web snapshots, maps, dictionaries, multi-language search and other technical features on the innovation, making the search engine research and development into a new stage. In 2000, Robin Li and others proposed the Baidu search engine, which has become the world's largest Chinese search engine after continuous development.

The works [2, 3] mainly depict one view of summarization methods. Authors suppose that each sentence has connection with other sentences and this connection is their similarity. In work [2] TextRank algorithm presented with different variations of similarity functions. The main feature is denoted in construction of a graph with sentences as vertex (tops) and similarity connections as edges, where each edge has its value calculated from similarity function. In work [3] similarity of sentences defined in common words, sentence with more connections recognized as informative. The way of constructing a graph seems the most preferable since it operates with sentences, and similarity functions use statistical data as word frequency. One of the most important stage described in the work [1], it is about PageRank algorithm that proposed by Google. PageRank is an algorithm used in ranking of edges in any graph. TextRank uses it when construct summary from a generated graph.

This section describes implementation of the indexing and searching algorithms. The algorithm is implemented with the help of Apache Lucene library and the Java 8. Apache Lucene is an open source project for a high performance and full-featured text search engine library which is written entirely using Java. It is capable of full-text search within documents so it is a technology that is suitable for any application which requires this feature, especially if it is cross-platform.

It was first developed by Doug Cutting in 1999 and became officially part of the Apache Foundation's Jakarta family of open source Java projects in September 2001. It was upgraded to a top level Apache project in February 2005. Details about the Apache Lucene library are written in the official documentation [4]. In the article there will be such terms as: query, indexing, analyzer, fuzzy matches, tokens, documents. We give some definitions, all other definitions can be found in the work [5]. Analyzer – Lucene class used for preparing text for indexing. A Term is Lucene's unit of indexing, a Term is often a word. A document is a basic unit of information that can be indexed. For example, you can have a document for a single customer, another document for a single product, and yet another for

a single order. An index is a collection of documents that have somewhat similar characteristics. A document contains a list of fields, or key-value pairs. The value can be a simple (scalar) value (e.g. a string, integer, date), or a nested structure like an array or an object. A field is similar to a column in a table in a relational database.

This article describes how to use Apache Lucene 5.4.1. The source code is available on Github [6], the repository has a small set of data to test. In fact, the article is a detailed documentation for the code in the repository. You can start playing with the code by running tests in the BasicSearchExamplesTest class.

In order to index the documents MessageIndexer class was developed. There is a method index() in this class, the code is shown in figure 1.

```
/**
 * Indexing documents with RussianAnalyzer as analyzer
 *
 * @param create to decide create new or append to previous one
 * @throws IOException
 */
public void index(final Boolean create, List<Document> documents) throws IOException {
    final Analyzer analyzer = new RussianAnalyzer();
    index(create, documents, analyzer);
}
```

Figure 1 – MessageIndexer class code. Shows index method

Method accepts variables «create» and «documents». The «create» variable is responsible for the behavior of the indexer. If it is true, the indexer will create a new index even if the index already existed. If false, the index will be updated. Variable «documents» presents the list of Document objects. Document is an object for indexing and searching, it consists of set of fields, and each field has a name and a text value. In order to get a list of documents, the MessageToDocument class was created. Its task is to create a Document using two string fields: body and title. The class code is shown on figure 2.

In Lucene, there are many ways to create a query, but for simplicity, conventional search methods are implemented only using the QueryParser and TermQuery classes. Fuzzy search methods use FuzzyQuery, which depends on one important parameter: maxEdits. This parameter is responsible for the illegibility of the search. Roughly speaking, the bigger it is, the more vague / fuzzy the search will be. To demonstrate basic search capabilities, the BasicSearchExamples class was created. There are two search methods implemented in it: simple token search and fuzzy search. The searchIndexWithTermQuery() and searchInBody() methods are responsible for the normal search, fuzzySearch() is responsible for the fuzzy.

```

/**
 * Creates Lucene Document using two strings: body and title
 *
 * @return resulted document
 */
public static Document createWith(final String titleStr, final String bodyStr) {
    final Document document = new Document();

    final FieldType textIndexedType = new FieldType();
    textIndexedType.setStored(true);
    textIndexedType.setIndexOptions(IndexOptions.DOCS);
    textIndexedType.setTokenized(true);

    //index title
    Field title = new Field( name: "title", titleStr, textIndexedType);
    //index body
    Field body = new Field( name: "body", bodyStr, textIndexedType);

    document.add(title);
    document.add(body);
    return document;
}

```

Figure 2 – MessageToDocument class code.
Shows method that creates document

As results the information system was implemented. Search engine based on Apache Lucene indexes able to recognize mistakes and provide suggestions phrases. The example is shown on figure 3. There three search queries shown: first with mistake, second with unfinished word and second with mistake. In the first and third examples, system not only recognizing mistake but also provide a suggestions phrases with the search word involved. In the second example, query word is unfinished, but system also provide suggestions with phrases.

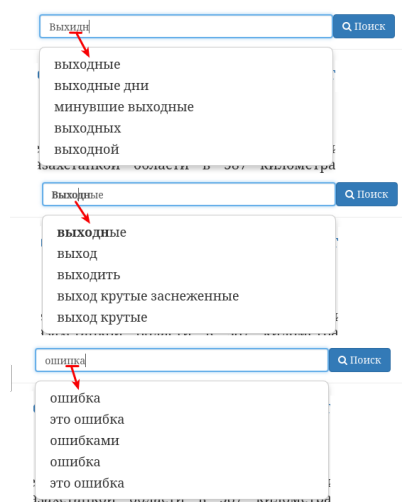


Figure 3 – The example of application with fuzzy search implementation

CONCLUSION

The advantage of Apache Lucene in its simplicity, high speed of operation and low resource requirements. The disadvantage of the system in the absence of good documentation, especially in Russian or Kazakh languages. The project is developing very quickly, so the books, tutorials and questions and answers available on the Internet, lost their relevance. In this work we implement a fuzzy text search based on Apache Lucene technology and provide guidelines and source code.

REFERENCES

- 1 Page, L., Brin, S., Motwani, R., Winograd, T., The pagerank citation ranking: Bringing order to the web // Proceedings of the 7th International World Wide Web Conference. – Brisbane, Australia, 1998.
- 2 Barrios, F., Lopez, F., Argerich, F., Wachenchauzer, R. «Variations of the Similarity Function of TextRank for Automated Summarization», – Cornell University Library, 2016: – P. 65–72, (accessed November 14, 2016). – arXiv:1602.03606.
- 3 Yacko, V. A. «Simmetrichnoe referirovanie: teoreticheskie osnovy i metodika». Nauchno-tehnicheskaya informaciya – Ser.2. – 2002: – P. 18–28.
- 4 Apache Lucene Documentation. [Electronic resource]. – https://lucene.apache.org/core/7_2_1/index.html (Accessed-05-01 2017).
- 5 Apache Lucene Concepts and Definitions. <https://wiki.apache.org/lucene-java/ConceptsAndDefinitions> (Accessed: -05-01 2017).
- 6 Aubakirov, S. Apache Lucene Tutorial. [Electronic resource]. – <https://github.com/c0rp-aubakirov/lucene-tutorial> (Accessed: -05-01 2017).

Material received on 11.12.17.

C. С. Аубакиров

Анық емес іздеу алгоритмдерін іске асыру

Механика-математика факультеті,
эл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Алматы қ., 050040, Қазақстан Республикасы.
Материал 11.12.17 баспаға түсті.

С. С. Аубакиров

Реализация алгоритмов нечеткого поиска

Механико-математический факультет,
Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
г. Алматы, 050040, Республика Казахстан.
Материал поступил в редакцию 11.12.17.

Осы мақалада біз Алматы қаласының Төтенше жағдайлар департаментімен бірлесіп әзірленген іздеу жүйесін сипаттадық. Жаңалықтарды жинау және талдауды автоматтандыру үшін Қазақстанның жаңалықтарына мониторинг жүргізу үшін ақпараттық жүйе әзірленді және енгізілді. Жүйе қазақстандық жаңалықтар сайттарын үнемі қадағалап отырады және барлық жаңалықтарды деректер қоймасында сақтайды. Жаңалық жинау жүйесі жаңалықтарды жинайды, таза мәтінді шығарады және оны NoSQL дерекқорының жинақтарына сақтайды. Мәтін кейінгі оңдеу және жіктеу үшін контекст негізінде түрлі жинақтарға таратылады. Осы мақалада біз іздестіру жүйесінің бөлігі болып табылатын мәтінді анық іздеуге арналған алгоритмді енгізуді сипаттадық. Баяндама дерекқорда анық емес толық мәтінді іздеу мәселесін, яғни қателіктерге төзімді іздеуді қарастырады. Ірі жинақтар мәтінін алдын-ала оңдеу әдісі көрсетілген.

В этой статье мы описываем поисковую систему, разработанную совместно с Департаментом по Чрезвычайным Ситуациям города Алматы. Для автоматизации сбора и анализа новостей была разработана и внедрена информационная система для мониторинга новостей Казахстана. Система постоянно следит за казахстанскими новостными сайтами и сохраняет все новости в хранилище данных. Система сбора новостей собирает новостные сообщения, извлекает чистый текст и сохраняет его в коллекциях NoSQL базы данных. Текст распределяется на различные коллекции на основе контекста для дальнейшей обработки и классификации. В данной работе мы описываем реализацию алгоритма нечеткого поиска текста, который является частью поисковой системы. В работе рассматривается проблема нечеткого полнотекстового поиска в базе данных, то есть поиска, который устойчив к ошибкам. Показаны методы предварительной обработки текста больших коллекций текстов.

ГРНТИ 44.31

Р. К. Базарбаев¹, Д. С. Хасанов², А. С. Хисматуллин³

¹студент, кафедра «Электрооборудование и автоматика промышленных предприятий» (ЭАПП), Филиал «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Салават, 453250, Россия, Республика Башкортостан;
²студент, кафедра «Электрооборудование и автоматика промышленных предприятий» (ЭАПП), Филиал «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Салават, 453250, Россия, Республика Башкортостан;
³к. физ. мат. н., доцент, кафедра «Электрооборудование и автоматика промышленных предприятий» (ЭАПП), Филиал «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Салават, 453250, Россия, Республика Башкортостан
e-mail: ³hism5az@mail.ru

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ПУТЕМ ПРОПУСКАНИЯ ПУЗЫРЬКОВ ЭЛЕГАЗА

Силовые трансформаторы промышленных объектов ощущают нужду в повышении эффективности их эксплуатации. В работе может быть использован метод интенсификации системы охлаждения трансформаторного масла на основе представлений о трансцилляторном переносе тепла. Предложенный метод интенсификации системы охлаждения за счёт увеличения коэффициента переноса тепла в масле позволяет повысить эффективности системы охлаждения силовых масляных трансформаторов, без использования вентиляторов или других дорогостоящих систем охлаждения, которое позволит быстро внедрить в производство за счет значительного ресурсо- и энергосбережения. В работе предоставляется один из способов повышения эффективности системы охлаждения трансформатора, основанный на всплывании пузырьков элегаза в трансформаторном масле. Результаты исследований показывают, что при пропускании элегазовых пузырьков через трансформаторное масло происходит возрастание коэффициента эффективной теплопроводности в 27 раз. Фактически это означает, что при всплывании элегазовых пузырьков возникает трансцилляторный перенос тепла, который является преобладающим.

Ключевые слова: теплопроводность, теплоотдача, трансцилляторный перенос тепла, элегаз, трансформатор, барботаж, система охлаждения.

ВВЕДЕНИЕ

Повышение эффективности охлаждения силовых масляных трансформаторов, которые отработали нормативный срок службы, установленный заводами-изготовителями является одной из самых актуальных проблем. Существующие системы охлаждения силовых масляных трансформаторов не обеспечивают эффективный отвод тепла от токоведущих элементов при кратковременных существенных перегрузках, чем значительно снижают их надёжность.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В работе предлагается способ повышения эффективности системы охлаждения трансформатора, основанный на всплывании пузырьков элегаза в трансформаторном масле. Большое значение коэффициента теплового расширения элегаза способствует образованию конвективных потоков, перераспределяющих неоднородности теплового поля в объеме трансформаторного масла [1–6]. В среде с конвективными ячейками возникает сложное поле скоростей, которое приводит к возрастанию эффективного коэффициента теплопроводности. При определенных условиях величина эффективного коэффициента теплопроводности может на несколько порядков превышать молекулярный, поэтому исследование механизма переноса тепла в объеме трансформаторного масла с конвективными ячейками имеет важное практическое значение для повышения эффективности системы охлаждения силовых трансформаторов [5–8].

Теоретическая часть

Надежность и безопасность электроснабжения потребителей промышленного сектора во многом определяются работой таких электротехнических устройств, как трансформаторы, поэтому является актуальным вопрос поддержания их технического состояния на требуемом уровне. Наиболее массовой серией из производимых и эксплуатируемых трансформаторов являются трансформаторы с масляной системой охлаждения.

В процессе теоретических исследований для определения эффективного коэффициента трансцилляторного переноса тепла использован метод Зельдовича, дополненный методом редукции к эквивалентному интегро-дифференциальному уравнению при определении температурного поля [1]. Конвективный перенос тепла в поле скоростей всплывающих пузырьков

может быть представлен в виде потока, эквивалентного молекулярному. Это является следствием замкнутости потока, поскольку средний конвективный массоперенос за характерный период колебаний равен нулю.

Путем осреднения конвективного потока, при определении которого использовано интегро-дифференциальное уравнение для температуры, выражающее температурное поле через его градиент, определены выражения для эффективных коэффициентов теплопроводности [5–8].

Математическая модель предлагаемой системы охлаждения силового трансформатора представляет собой задачу теории теплопроводности о температурном поле в прямоугольном параллелепипеде (рисунок 1), ограниченном по осям x , y и z соответственно:

$$0 < x < d/2, \quad 0 < y < b/2, \quad 0 < z < l, \quad t > 0.$$

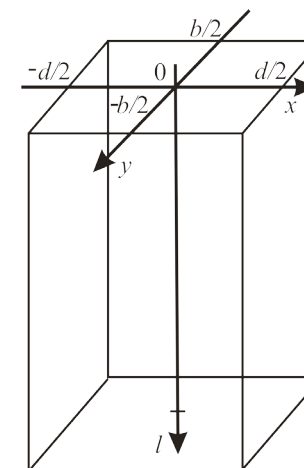


Рисунок 1 – Геометрия задачи

Внутри емкости в начальный момент находится трансформаторное масло при температуре $T_0 = 15^{\circ}\text{C}$, которое постепенно, со временем, приобретает температуру $T_H = 70^{\circ}\text{C}$, соответствующую температуре нагревателя. Температурное поле внутри емкости определяется путем решения уравнения теплопроводности:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right), \quad 0 < x < \frac{d}{2}, \quad 0 < y < \frac{b}{2}, \quad 0 < z < l, \quad t > 0,$$

со следующим начальным условием: $T|_{t=0} = T_0$,

где $a = \lambda / c\rho$ – коэффициент температуропроводности.

Теплообмен с окружающей средой на поверхности подчиняется закону Ньютона:

$$-\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \Big|_S = \alpha(T|_S - T_0),$$

где S – поверхность стенки, α – коэффициент теплоотдачи среды (трансформаторное масло – стенка емкости – воздух).

Обозначим $h = \alpha / \lambda$, тогда граничные условия можно записать как

$$\frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x=0} = 0, \quad \frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x=\frac{d}{2}} + h \left(T \Big|_{x=\frac{d}{2}} - T_0 \right) = 0,$$

$$T \Big|_{z=l} = T_0, \quad T \Big|_{z=0} = T_H.$$

Поскольку продолжительность эксперимента на много больше времени установления температура нагревателя, то температуру нагревателя считается постоянной, $T_H = \text{const}$. Среднесуточное изменение температуры окружающей среды составляет 10 °С, время проведения эксперимента меньше двух часов, поэтому температура окружающей среды за время проведения эксперимента считается неизменной, $T_0 = \text{const}$. Решив задачу методом свертки, получим уравнение изменения температуры:

$$T = 16 \left[\sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} \frac{\sin(\chi_n d/2) \sin(\mu_m b/2) \cos(\chi_n x) \cos(\mu_m y)}{(\chi_n d + \sin(\chi_n d))(\mu_m b + \sin(\mu_m b))} \times \right. \\ \left. \times \left\{ \frac{\text{sh}(\sqrt{\chi_n^2 + \mu_m^2} \cdot (l - z))}{\text{sh}(\sqrt{\chi_n^2 + \mu_m^2} \cdot l)} + \right. \right. \\ \left. \left. - 2 \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\pi k \sin\left(\frac{\pi k}{l} z\right) \exp(-a(\chi_n^2 + \mu_m^2 + (\pi k/l)^2)t)}{(\chi_n^2 + \mu_m^2)l^2 + \pi^2 k^2} \right\} \right] \cdot (T_H - T_0) + T_0,$$

где уравнения для определения коэффициентов χ_n и μ_m записываются как

$$-\chi_n \sin(\chi_n \frac{d}{2}) + h \cos(\chi_n \frac{d}{2}) = 0, \quad h \cos(\mu_m \frac{b}{2}) - \mu_m \sin(\mu_m \frac{b}{2}) = 0.$$

Экспериментальная часть

С целью проверки полученных теоретических расчетов была создана установка (рисунок 2), состоящая из масляного трансформатора, имеющий бак, обмотки, последовательно соединенные трубками емкость, заполненную элегазом, компрессор, подключенный к источнику электрической энергии, трубки с равномерно расположенными на них клапанами-распределителями, размещенные в нижней части бака, бак-расширитель, фильтры тонкой и грубой очистки. Между выходом фильтра тонкой очистки и входом в емкость с элегазом установлен холодильник, непосредственно в зоне активной части трансформатора размещен датчик температуры, выход которого подключен к входу блока управления, а выходы блока управления подключены к управляющим входам компрессора и холодильника.



Рисунок 2 – Масляный трансформатор

Холодильник представляет собой термоэлектрический модуль, состоящий из последовательно соединенных полупроводников р- и n-типа, которые образуют р-п-переходы, расположенные между керамическими пластинами, подключенный к источнику постоянного тока. Охлаждающие радиаторы термоэлектрического модуля прикреплены к поверхности охлаждающих ребер труб с элегазом.

Сущностью процесса теплообмена заключается в том, что теплосъем с нагревающегося масла в трансформаторе осуществляется за счёт циркуляции барботируемого элегаза через пространство, заполненное маслом. Газ перекачивается при помощи компрессора. После всплытия пузырьков в трансформаторе, элегаз проходит через систему фильтров, которые препятствуют прохождению частиц масла, захваченных всплывающими пузырьками элегаза в масляном трансформаторе. Далее, пройдя систему очистки и охлаждения, элегаз повторяет цикл.

Результаты исследований показывают, что при пропуске элегазовых пузырьков через трансформаторное масло происходит возрастание коэффициента эффективной теплопроводности в 27 раз. Фактически это означает, что при всплывании элегазовых пузырьков возникает трансцилляторный перенос тепла, который является преобладающим [1].

Возможный механизм процесса следующий: сущность процесса теплообмена заключается в том, что теплосъем с нагреваемого масла в трансформаторе осуществляется за счёт циркуляции барботируемого элегаза. После всплытия пузырьков элегаз проходит через систему фильтров, удерживающих частицы масла, захваченные всплывающими пузырьками и далее, пройдя систему очистки и охлаждения, элегаз повторяет рабочий цикл.

ВЫВОДЫ

1 В результате теоретических расчетов получено уравнение изменения температуры, которое позволяет определить температурное поле внутри резервуара с трансформаторным маслом с всплывающими элегазовыми пузырьками.

2 Результаты экспериментов показали, что пропускание пузырьков элегаза через трансформаторное масло позволяет повысить коэффициент эффективной теплопроводности в 27 раз.

3 Предложенный метод интенсификации системы охлаждения за счёт увеличения коэффициента переноса тепла в масле позволяет повысить эффективности системы охлаждения силовых масляных трансформаторов, без использования вентиляторов или других дорогостоящих систем охлаждения, которое позволит быстро внедрить в производство за счет значительного ресурсо- и энергосбережения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Nigmatulin, R. I., Filippov, A. I., Khismatullin, A. S.** Transcillatory heat transfer in a liquid with gas bubbles // Thermophysics and aeromechanics. – 2012. – Vol. 19. – Issue 4. – P. 589–606. – DOI: 10.1134/S0869864312040075

2 **Филиппов, А. И., Хисматуллин, А. С., Мухаметзянов, Э. В., Леонтьев, А. И.** Тепловой трансциллятор бегущей волны // Вестник Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана. Серия: Естественные науки. – 2011. – № 1. – С. 78–86.

3 **Филиппов, А. И., Хисматуллин, А. С., Минлибаев, М. Р.** Установка для исследования коэффициента теплопроводности в жидкости // Новые промышленные технологии. – 2010. – № 2. – С. 62.

4 **Филиппов, А. И., Михайлов, П. Н., Хисматуллин, А. С.** Фильтрационно–волновой нагрев нефтяного пласта // Инженерная физика. – 2006. – № 5. – С. 13–21.

5 **Хисматуллин, А. С., Минлибаев, М. Р., Сагитов, К. И., Абсатаров, И. Х.** Исследование зависимости работы, необходимой для извлечения жидкости из пласта, от его пористости // Успехи современной науки. – 2016. – Т. 4. – № 7. – С. 92–97.

6 **Хисматуллин, А. С., Хасанов, Д. С.** Исследование теплопереноса в промышленных силовых трансформаторах с элегазовым охлаждением // Вестник ПГУ. Энергетическая серия. – 2016. – № 2. – С. 174–181.

7 **Хисматуллин, А. С., Филиппов, А. И., Минлибаев, М. Р., Серебренников, Н. П.** Определение коэффициента трансцилляторного переноса при барботаже в жидкости // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2010. – № 2. – С. 52–53.

8 **Хисматуллин, А. С., Вахитов, А. Х., Феоктистов, А. А.** Система охлаждения трансформаторного масла на основе трансцилляторного переноса тепла // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2016. – № 4. – С. 43–46.

Материал поступил в редакцию 11.12.17.

R. K. Bazarbaev¹, D. S. Khasanov², A. S. Khismatullin³

Күштік трансформаторларды элегаз көпіршіктері арқылы өткізудегі энергия тиімділігін арттыру жұмыстары

^{1,2,3}Филиалы «Уфа мемлекеттік мұнай техникалық университеті», Салават қ., 453250, Ресей, Башқұртстан Республикасы. Материал 11.12.17 баспаға түсті.

R. K. Bazarbaev¹, D. S. Khasanov², A. S. Khismatullin³

Improving the energy efficiency of power transformers by passing bubbles of sulfur hexafluoride

^{1,2,3}Salavat Branch of Ufa State Petroleum Technological University, Salavat, 453250, Russia, Bashkortostan Republic. Material received on 11.12.17.

Өндірістік объектілердің күштік трансформаторларды пайдаланудағы тиімділігін арттыру керек екенін сезінеді. Берілген жұмыста трансцилляторлық жылу тасымалының тұжырымдамасы негізінде трансформатор майының салқындату жүйесін күшейтеу

әдісі ұсынылуы мүмкін. Ұсынылып отырған әдісте салқындату жүйесінің қарқынды коэффициенті ұлғаюы есебінен майда жылууды ауыстыру күші майлы трансформаторлардың салқындату жүйесі тиімділігінің артуына мүмкіндік туғызып, желдеткіштерді немесе басқа да қымбат салқындату жүйелерін пайдаланбай-ақ, өндіріске тез енгізу есебінен ресурс пен энергия үнемдеуге пайдасы зор екені айтылған.

Осы жұмыста жүйенің тиімділігін арттыру трансформаторды салқындатуға негізделген трансформатор майлары арқылы элегазды көпіршіктердің пайда болу тәсілдері келтірілген.

Зерттеу жұмысының нәтижелері көрсеткендей, трансформатор майы арқылы элегазды көпіршіктерді жіберген кезде жылуоткізгіштік 27 есе коэффициентінің тиімділігі өседі. Іс жүзінде элегазды көпіршіктер туындап, трансилляторлық жылу ауыстыру пайда болатынын білдіреді.

Power transformers of industrial facilities feel the need to increase the efficiency of their operation. The method of intensification of the cooling system of transformer oil can be used in the work on the basis of the concepts of transcellular heat transfer. The proposed method of intensification of cooling due to the increase of the coefficient of heat transfer in oil can increase the efficiency of the cooling system of power transformers without the use of fans or other expensive cooling systems, which allow fast implementation in production due to the significant resource and energy saving. There is are given one of the ways of increasing the efficiency of the cooling system of the transformer, based on floating-up of gas bubbles in transformer oil. The results show that with the passage of bubbles through gas-insulated transformer oil there occurs 27 times increase of the coefficient of effective thermal conductivity. Practically, this means that when the floating gas-insulated bubbles there occurs predominant transcellularly heat transfer.

ГРНТИ 86.19.00

С. Г. Бисакаев¹, Ш. К. Абикенова², М. К. Меденова³

¹д.тех.н., профессор, Генеральный директор, РГКП «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан», г. Астана, 010000, Республика Казахстан;

²к.физ.-матем.н., заместитель Генерального директора по научной работе, РГКП «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан», г. Астана, 010000, Республика Казахстан;

³научный сотрудник, лаборатория аналитических исследований и организации обеспечения НИР, РГКП «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан», г. Астана, 010000, Республика Казахстан
e-mail: ¹nauka@rniiot.kz; ²as@rniiot.kz; ³mkmedenova@mail.ru

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ

В настоящей статье авторами рассмотрены методические подходы к проведению оценки профессиональными рисками на предприятиях Республики Казахстан. Согласно государственной политике в области безопасности и охране труда, отраженной в Концепции социального развития Республики Казахстан до 2030 года, Плана социальной модернизации до 2016 года, полное внедрение механизмов управления профессиональными рисками в повседневную производственную практику планируется осуществить к 2020 году. Актуальность рассматриваемой темы обусловлена ратификацией Республикой Казахстан Конвенции МОТ № 187 «Об основах, содействующих безопасности и гигиене труда». Совместная целенаправленная деятельность работодателя и государства в решении основных задач в области охраны труда, направлена на максимально возможное снижение профессионального риска и управлению ими на предприятиях.

Ключевые слова: профессиональный риск, методика оценки профессионального риска, производственная среда, трудовой процесс.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из главных приоритетов в трудовой деятельности является сохранение жизни и здоровья работника. Современные экономические условия и тенденции требуют гармонизации отечественного трудового законодательства в сфере охраны труда с законодательством развитых стран и проведения активной работы по внедрению системы управления профессиональными рисками на каждом рабочем месте [1].

Республикой Казахстан сделаны первые шаги по переходу к внедрению системы управления профессиональными рисками путем ратификации Конвенции Международной организации труда № 187 «Об основах, содействующих безопасности и гигиене труда» [2], в соответствии с положениями которой должны быть обеспечены условия для внедрения системы управления профессиональными рисками на рабочих местах. Принятие на себя международных обязательств в сфере охраны труда отвечает принципам социальной модернизации и направлено на реализацию поручений Главы государства [1]. по созданию безопасных условий труда. Реализация положений Конвенции через национальное законодательство повысит ответственность работодателей в сфере безопасности и гигиене труда и приведет к снижению уровня производственных травм и профессиональных заболеваний.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

С учетом современных мировых тенденций, развитие концепции оценки и управления рисками в области безопасности и охраны труда является одним из важнейших направлений совершенствования отечественного трудового законодательства.

В этой связи, с учетом Конвенций МОТ [2–4] основных международных стандартов (стандарты) и международного опыта [5–7], на основе анализа действующих нормативно-правовых и технических документов (стандартов) РК и зарубежных стран в сфере безопасности и охраны труда [8–10] разработаны методические рекомендации по внедрению системы управления ПР. В основу методических рекомендаций по внедрению системы управления рисками на предприятиях Республики Казахстан были положены [2, 5–10].

В соответствии с общей методологией управления PDCA (Plan-Do-Check-Act) управление рисками в области безопасности и охраны труда на предприятии включает в себя пять элементов: 1) Планирование; 2) Идентификация рисков; 3) Оценка рисков; 4) Корректирующие меры; 5) Контроль и мониторинг рисков (рисунок 1).



Рисунок 1 – Система управления ПР на предприятиях РК

Каждый из перечисленных элементов представляет отдельный этап мероприятия по управлению рисками на предприятии. Отправной точкой этого процесса является оценка рисков, включающая в себя изучение всех характеристик производственной среды и трудового процесса: рабочего места, производственного оборудования и машин, материалов, технологии и методов работы. Определение объектов оценки зависит от размера предприятия и от характера его деятельности. Оценка риска может быть проведена по технологическим процессам, отделам, участкам, бригадам и т.п. Для внедрения предлагается комплексный подход, который обеспечивает оценку по многим критериям, но основным является классификация рисков по профессиям и профессиональным группам – оценка ПР. Предлагаемый подход базируется на понятии «профессионально-квалификационная структура» предприятия, т.е. учет удельного веса всех возможных профессий на этом предприятии. Профессионально-квалификационная структура предприятия базируется на общепринятой классификации: административная, производственная и вспомогательная деятельность.

Оценка рисков производится непосредственно на рабочем месте каждой профессии в структурных подразделениях предприятия под руководством ответственных лиц и специалиста по охране труда и технике безопасности. Определение объектов оценки зависит от размера предприятия и от характера его деятельности. Оценка риска может быть проведена по технологическим процессам, отделам, участкам, бригадам и т.п. В нашем случае, оценка проводится в разрезе профессий, поэтому далее по тексту будет использовано словосочетание «оценка ПР», означающее профессиональный аспект оценки.

Для проведения оценки ПР на основе международного опыта разработана методика, которая позволяет оценить профессиональные риски в виде числовой

характеристики, комплексно отражающей состояние условий труда в виде индивидуального и интегрального риска. *Индивидуальный профессиональный риск* является показателем риска отдельно взятой профессии, рассчитывается на основе 5-ти показателей с учетом рисков, обусловленных возможным воздействием факторов производственной среды и трудового процесса, травмоопасности трудового процесса, безопасности производственного оборудования, обеспеченности средствами индивидуальной защиты и влияния на функциональное состояние здоровья. Интегральный ПР – показатель риска в целом по предприятию (по структурному подразделению) на основе индивидуального профессионального риска.

Оценка риска производственной среды и трудового процесса проводится для выявления профессий (профессиональных групп), наиболее подверженных воздействию вредных производственных факторов с определением их видов и установлением степени их воздействия на организм работника. Оценка риска производственной среды и трудового процесса проводятся на основании сопоставления факторов производственной среды и трудового процесса на рабочем месте с гигиеническими требованиями [10].

Для оценки риска воздействия всевозможных факторов производственной среды и трудового процесса проводятся соответствующие замеры, результаты которых заносятся в Протокол измерения факторов производственной среды и трудового процесса.

В случае несоответствия условий труда установленным нормативам безопасности (наличие или превышение предельно-допустимых концентраций и предельно-допустимых уровней) устанавливается класс условий труда по каждому из 28-ти факторов производственной среды и трудового процесса, согласно типовой номенклатуре опасностей механического, физического, биологического и воздействия психофизиологического воздействия на организм работника. Данные вносятся в Реестр оценки факторов производственной среды и трудового процесса.

Бальная оценка условий труда определяется путем суммирования баллов по всем факторам в соответствии с установленным классом условий труда 3.1 – 1 балл, 3.2 – 2 балла, 3.3 – 3 балла, 3.4 – балла. На основе бальной оценки условий труда устанавливается степень риска производственной среды и трудового процесса согласно установленной градации степени риска: 0 баллов – 1 степень; 1–5 баллов – 2 степень; 6–15 – 3 степень; 16–25 – 4 степень; более 25 – 5 степень.

При оценке риска производственной среды и трудового процесса оцениваются факторы химического, физического, биологического и психофизиологического воздействия. Поэтому факторы механического воздействия, которые имеют эффект травмирования, оцениваются при *оценке травмоопасности трудового*

процесса, которая проводится для выявления профессий (профессиональных групп), которые подвержены воздействию опасных производственных факторов с установлением тяжести последствий их воздействия.

Оценка травмоопасности трудового процесса проводится на основании нормативных документов, регламентирующих содержание трудового процесса, функциональные обязанности, виды выполняемых работ. Рекомендуется использовать для этих целей Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий.

Данные о содержании трудового процесса по каждой профессии заполняются в Протокол оценки травмоопасности трудового процесса. Оценка травмоопасности трудового процесса проводится по 10-ти видам опасностей (с соответствующим кодированием), согласно разработанной типовой номенклатуре опасностей механического воздействия на работника, включающей: падение в рабочей зоне (M1), дорожно-транспортное происшествие (M2), воздействие производственных механизмов, машин и частей оборудования (M3), электробезопасность (M4), пожаро- и взрывобезопасность (M5).

Бальная оценка каждого вида опасности определяется на основании оценки тяжести последствий возможного воздействия оценивается от 1 до 3 (1 – легкая, 2 – средняя, 3 – тяжелая) с учетом частоты возникновения данной опасности от 1 до 5 (1 – не более 1 раза в год, 2 – не более 1 раза в квартал, 3 – не более 1 раз в месяц, 4 – не более 1 раза в неделю, 5 – постоянно в течении рабочей смены).

Расчет бальной оценки опасности (по k-профессии) (r_{tr}^k) по всем видам возможных опасностей механического воздействия производится по следующей формуле (1):

$$r_{tr}^k = \frac{\text{Суммарная бальная оценка по всем видам опасностей (по k-профессии)}}{\text{Общее количество видов работ (по k-профессии)}}, \quad (1)$$

Оценка риска травмоопасности трудового процесса по каждой профессии определяется согласно градации степени риска: 0 баллов – 1 степень; 1–5 баллов – 2 степень; 6–15 – 3 степень; 16–25 – 4 степень; более 25 – 5 степень. Все данные по оценке травмоопасности трудового процесса по профессиям заполняются в Реестр оценки травмоопасности трудового процесса.

Оценка безопасности производственного оборудования проводится для выявления профессий (профессиональных групп), которые находятся в зоне возможного опасного воздействия производственного оборудования, не соответствующего нормативным требованиям безопасности.

Оценка безопасности производственного оборудования проводится по структурному подразделению на основе комплексной оценки его соответствия 2-м критериям:

– нормативные требования к наличию эксплуатационной, технической документации (наличие инструкции по эксплуатации, дата ввода в эксплуатацию, срок эксплуатации, акты поверки);

– нормативные требования к конструкции оборудования и его отдельным частям, с учетом оценки обеспеченности средствами защиты (коллективной или индивидуальной).

Расчет *оценки безопасности производственного оборудования* (r_{po}^k)

(по k – профессии) производится по формуле (2): $r_{po}^k = \frac{V_k + D_k}{2}$ (2).

Визуально-техническая оценка безопасности производственного оборудования, т.е. показатель V_k определяется экспертным методом на основе визуального осмотра и технического контроля соответствия всем требованиям безопасности к производственному оборудованию, наличия средств защиты (коллективной и индивидуальной) с заполнением Протокола оценки безопасности производственного оборудования. Протокол оценки безопасности производственного оборудования содержит требования к безопасности производственного оборудования в соответствии с ГОСТ 12.2.003-91 и основные нормативные требования к средствам защиты от опасного воздействия производственного оборудования. Протоколом оценки безопасности производственного оборудования предусмотрено 10 типовых обязательных требований к безопасности производственного оборудования (может изменяться в зависимости от количества требований).

Оценка безопасности производственного оборудования определяется по каждому из указанных требований от 1 до 5, согласно следующим критериям:

– если в технологическом (производственном) процессе не используется производственное оборудование или его части, ставится 1 степень;

– если в технологическом (производственном) процессе используется производственное оборудование или его части и при этом предусмотрены все необходимые средства защиты и требования ставится 2 степень;

– в случае отсутствия необходимых средств защиты и не выполнений требований от опасного воздействия производственного оборудования или его частей, используемых в технологическом (производственном) процессе, то с учетом оценки тяжести последствий травмирования ставится 3 степень, если последствия оцениваются как легкие; ставится 4 степень, если последствия оцениваются как средние; ставится 5 степень, если последствия оцениваются как тяжелые.

Расчет показателя V_k (по k –профессии) по всем 10-ти требованиям к безопасности производственного оборудования, которое находится в зоне рабочего места данной профессии производится по следующей формуле (3):

$$V_k = \frac{\text{Суммарная оценка безопасности производственного оборудования по каждому из } n\text{-требований}}{10} \quad (3)$$

Документационная оценка безопасности производственного оборудования, т.е. показатель D_k по каждому оборудованию с заполнением Реестра оценки безопасности производственного оборудования по форме 5 определяется на основании документационного анализа по следующим 4-м критериям:

– соответствие производственного оборудования сроку эксплуатации согласно даты ввода в эксплуатацию и предусмотренного технической документацией срока эксплуатации;

– наличие технической документации (паспорт, регламент, инструкция и т.п.);

– наличие эксплуатационной документации (инструкции по эксплуатации);

– наличие документации по подтверждению поверки производственного оборудования (акты поверки).

Показатель D_k по каждому наименованию производственного оборудования, которое относится к k -ой профессии, определяется от 1 до 5 в соответствии с установленными критериями к документации. В том случае, если все требования выполнены ставится 1, если не выполнено одно требование – 2, если не выполнены два требования – 3, если не выполнены три требования – 4, если все четыре требования не выполнены – 5.

Расчет показателя D_k (по k –профессии) производится путем суммирования оценки безопасности по каждому производственному оборудованию, которое находится в зоне рабочего места данной профессии по следующей формуле (4):

$$D_k = \frac{\text{Суммарная документационная оценка безопасности по каждому оборудованию}}{\text{Количество производственного оборудования, которое относится к } k\text{-ой профессии}} \quad (3)$$

Оценка *обеспеченности средствами индивидуальной защиты* проводится для выявления профессий (структурных подразделений), по которым наличие СИЗ не обеспечено в соответствии с установленными требованиями.

Оценка обеспеченности средствами индивидуальной защиты (показатель Z_k) по каждой профессии с заполнением Реестра оценки обеспеченности СИЗ.

Оценка обеспеченности средствами индивидуальной защиты определяется по следующим 3-м критериям:

– наличие СИЗ в соответствии с установленными нормами их выдачи;

– наличие нормативно-технической документации на выдачу СИЗ с указанием нормы;

– наличие сертификатов качества на использование СИЗ.

Показатель Z_k обеспеченности средствами индивидуальной защиты по каждому наименованию СИЗ, которое относится к k -ой профессии, определяется от 1 до 5 в соответствии с установленными критериями к СИЗ: в том случае, если не выдача СИЗ не требуется, то ставится 1 степень, если все требования выполнены ставится 2 степень, при не выполнении одного требования – 3 степень, при двух требований – 4 степень, всех трех требования – 5 степень.

Расчет *оценки обеспеченности средствами индивидуальной защиты* Z_k (по k -профессии) производится путем суммирования показателя обеспеченности средствами индивидуальной защиты по каждому наименованию СИЗ, которыми должен быть обеспечен работник данной профессии по следующей формуле (4):

$$Z_k = \frac{\text{Суммарная оценка обеспеченности по каждому наименованию СИЗ}}{\text{Количество СИЗ, которое относится к } k\text{-ой профессии}} \quad (4)$$

Оценка риска заболеваемости проводится для выявления профессий (профессиональных групп), характеризующихся наличием функциональных изменений в организме работников под воздействием вредных и/или опасных производственных факторов.

Оценка риска заболеваемости проводится на основании данных Журнала регистрации листов нетрудоспособности работников. Оценка риска заболеваемости определяется согласно установленной градации степени риска в зависимости от следующих критериев состояния здоровья: суммарная продолжительность временной утраты нетрудоспособности, количество случаев острых респираторных вирусных инфекций в год, наличие хронических заболеваний (таблица 1).

Таблица 1 – Градация степени риска заболеваемости на основе критериев состояния здоровья

Степень риска	Критерии состояния здоровья		
	Суммарная продолжительность временной утраты нетрудоспособности	Количество случаев острых респираторных вирусных инфекций в год	Наличие хронических заболеваний
1	Не более 7 дней в год	Не более 1 раза в год	Нет
2	Не более 14 дней в год	Не более 2-х раз в год	Нет
3	Не более 21 дня в год	Не более 3-х раз в год	Есть
4	Более 21 дня в год	Более 3-х раз в год	Есть
5	При наличии зарегистрированных профессиональных заболеваний		

В случае, если работник в течение отчетного периода не имел листов нетрудоспособности, ему устанавливается 1 степень риска.

Суммарная продолжительность временной утраты нетрудоспособности определяется суммированием всех дней нетрудоспособности, количество случаев острых респираторных вирусных инфекций (ОРВИ) определяется прямым подсчетом имеющихся случаев заболевания с данным диагнозом, также учитывается наличие хронических заболеваний у работника.

Все данные по заболеваемости заполняются в Реестр заболеваемости по профессиям с указанием по работникам каждой профессии, соответствующей степени риска.

Оценка риска ($r_{зд}^k$) заболеваемости (по k -профессии) рассчитывается как отношение суммарной оценки риска заболеваемости по каждому работнику, который относится к данной профессии к общему количеству работников данной профессии по следующей формуле (5):

$$r_{зд}^k = \frac{\text{суммарная оценка риска заболеваемости по работникам } k \text{ профессии}}{\text{количество работников } k\text{-профессии}} \quad (5)$$

Все полученные данные по показателям заполняют в Реестр индивидуального профессионального риска.

ВЫВОДЫ

Ратификация в 2014 Казахстаном Конвенции №187 «Об основах, содействующих безопасности и гигиене труда» обозначила новый период развития государственной политики, характеризуемый как переход от «компенсаторной» модели управления охраны труда к превентивной модели, когда управление основано на идентификации и оценке рисков. В статье предложен новый подход к оценке профессиональных рисков на предприятиях с учетом отечественной специфики, условий и практической реализации.

Действующая в Казахстане процедура аттестации производственных объектов по условиям труда, как единственный механизм оценки условий труда и одна из важных обязанностей работодателя, должна быть усилена дополнительными требованиями оценки ПР, в том числе оценки рисков травмирования на рабочих местах и рисков для здоровья работников. Оценка профессиональных рисков может быть использована в качестве фундаментального обоснования модернизации системы обязательного страхования от несчастных случаев на производстве и системы предоставления гарантий работникам, занятым во вредных и опасных условиях труда.

Результаты изложенных научных исследований были получены в 2017 году в рамках выполнения научно-технической программы на тему «Создание научно-методической основы управления профессиональными рисками в Республике Казахстан» по программно-целевому финансированию Министерством труда и социальной защиты населения Республики Казахстан.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Указ Президента Республики Казахстан от 17 января 2014 года № 732 «О Концепции по вхождению Казахстана в число 30-ти самых развитых государств мира».

2 Конвенция Международной организации труда от 2006 года № 187 «Об основах, содействующих безопасности и гигиене труда».

3 Конвенция Международной организации труда от 1979 года № 148 «О защите трудящихся от профессионального риска, вызываемого загрязнением воздуха, шумом и вибрацией на рабочих местах».

4 Конвенция Международной организации труда от 1981 года № 155 «О безопасности и гигиене труда производственной среде».

5 Директива Европейского экономического сообщества от 1989 года № 89/391/ЕЭС «О введении мер, содействующих улучшению безопасности и гигиены труда работников на производстве».

6 Стандарт. OHSAS 18001 – Occupational Health and Safety Management (OHS).

7 Ed. S. S. Sadhra, K. G. Rampal. Occupational Health: Risk Assessment and Management // Boston; Oxford : Blackwell Science, 1999. – 492 p.

8 Стандарт. СТ РК ИСО Руководство 73-2010. Менеджмент риска. Словарь. – ISO Guide 73:2009 Risk management – Vocabulary.

9 Руководство. ILO-OSH 2001 SH 2001. Guidelines on occupational safety guidelines on occupational safety and health management systems.

10 Стандарт. СТ РК 12.0.002–2010. Система стандартов безопасности труда система управления охраной труда в организациях. Руководство по оценке и управлению рисками.

11 Руководство. Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса: 23 апреля 1999 года. Р 2.2.755-99.

Материал поступил в редакцию 11.12.17.

C. F. Бисақаев¹, Ш. К. Әбікенова², М. Қ. Меденова³

Кәсіби тәуекелдерді бағалаудағы әдістемелік тәсілдер

^{1,2,3}Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің

Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты,
Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы.

Материал 11.12.17 баспаға түсті.

S. Bissakaev¹, Sh. Abikenova², M. Medenova³

A methodical approach on occupational risks assessment

^{1,2,3}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 11.12.17.

Осы мақалада Қазақстан Республикасының кәсіпорындарында кәсіби тәуекелдерді бағалау жүргізуге әдістемелік тәсілдері авторлармен қарастырылды. Қазақстан Республикасын 2030 жылға дейін әлеуметтік дамыту тұжырымдамада, 2016 жылға дейін әлеуметтік жаңғырту жоспарында көрсетілген еңбек қауіпсіздігі және еңбекті қорғау саласындағы мемлекеттік саясатқа сәйкес күнделікті өндірістік практикаға кәсіби тәуекелдерді басқару тетіктерін толық енгізу 2020 жылға жүзеге асыру жоспарланып отыр. Қаралатын тақырыптың өзектілігі № 187 «Еңбек қауіпсіздігі мен гигиенасына жәрдемдесетін негіздер туралы» ХЕҰ конвенцияны Қазақстан Республикасының ратификациялаумен негізделген. Еңбек қорғау саласындағы негізгі міндеттерін шешуге жұмыс берушінің және мемлекеттің бірлескен мақсатты қызметі кәсіптік тәуекелді барынша мүмкін төмендетуге және оларды кәсіпорындарда басқаруға бағытталған.

In this article, the authors consider the methodological approaches to the assessment of occupational risks at enterprises of the Republic of Kazakhstan. According to the state policy of occupational safety and health, reflected in the Concept of Social Development of the Republic of Kazakhstan until 2030, the Plan for Social Modernization until 2016, the full implementation of occupational risk management in the daily production practice is planned to be implemented by 2020. The relevance of the topic under consideration is due to the ratification by the Republic of Kazakhstan of the ILO Convention No. 187 «Promotional Framework for Occupational Safety and Health». The joint purposeful activity of the employer and the state in solving the main tasks of occupational safety and health is aimed at the maximum possible reduction of occupational risk and their management in enterprises.

**И. В. Брейдо¹, В. В. Кибартас², А. Е. Бакланов³,
С. В. Григорьева⁴, Т. С. Дмитриева⁵**

¹д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Автоматизация производственных процессов», Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда, 100027, Республика Казахстан;

²к.т.н., доцент, кафедра «Электротехника и автоматизация», Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, Республика Казахстан;

³к.ф.-м.н., доцент, кафедра «Приборостроение и автоматизация технологических процессов», Восточно-Казахстанский государственный технический университет имени Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск, 070004, Республика Казахстан;

⁴PhD, ст. преподаватель, кафедра «Приборостроение и автоматизация технологических процессов», Восточно-Казахстанский государственный технический университет имени Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск, 070004, Республика Казахстан;

⁵к.т.н., ст. преподаватель, кафедра «Приборостроение и автоматизация технологических процессов», Восточно-Казахстанский государственный технический университет имени Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск, 070004, Республика Казахстан

e-mail: ¹j.breido@kstu.kz; ²vkibartas@yandex.kz; ³ABaklanov@ektu.kz;

⁴SGrigorieva@ektu.kz; ⁵TDmitrieva@ektu.kz

ИЗУЧЕНИЕ СВОТТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МОЩНЫХ СВОТДИОДОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМАХ

Современные светодиодные системы освещения позволяют значительно экономить электроэнергию. Однако при использовании светодиодов возникает ряд проблем, в основном связанных с деградацией кристаллов светодиодов. Прежде всего, это вызвано перегревом светодиодных элементов. В связи с этим актуальными становятся вопросы изучения светотехнических характеристик светодиодов, используемых в освещении и особенно поведения светодиодов при различных температурных режимах, а также оптимизации параметров работы светодиодов. В данной работе решается задача создания программно-аппаратного комплекса

для исследования светотехнических характеристик белых мощных светодиодов при различных температурных режимах с целью определения оптимальных рабочих параметров. Проведен ряд экспериментов по изучению распространенного белого мощного светодиода фирмы Nichia. Полученные в результате исследования белых светодиодов температурные режимы согласовываются с паспортными данными, что говорит о достоверности экспериментальных результатов.

Ключевые слова: энергосбережение, мощный светодиод, температурный режим, система управления.

ВВЕДЕНИЕ

В Казахстане энергосбережение и повышение энергоэффективности всех отраслей хозяйства является в настоящее время приоритетной задачей, которая позволит решить комплекс проблем: энергетических, экологических и экономических. Президент Республики Казахстан Н. Назарбаев в своем Послании народу Казахстана отмечает: «Мы должны приложить все усилия для реализации, провозглашенной Казахстаном Глобальной энергоэкологической стратегии» [1], т.е. ставится задача снижения энергозатрат и экономии национальных энергоресурсов казахстанскими потребителями, эта мысль подчеркивается и в книге Главы государства «Глобальная энергоэкологическая стратегия устойчивого развития в XXI веке» [2].

Пятая часть всей вырабатываемой в мире электроэнергии расходуется на освещение [3]. В Казахстане на искусственное освещение приходится 12–14% общего энергопотребления [4], поэтому одним из главных направлений является энергоэффективность и энергосбережение в системах освещения.

На рынке энергосберегающего освещения перспективными считаются светодиодные лампы, которые уже сейчас имеют ряд неоспоримых преимуществ по сравнению с традиционными источниками света. Прогнозируется, что в 2018 году доля светодиодной светотехнической продукции составит более 60% от всего мирового рынка [5].

Если будут осуществлены все прогнозы, связанные с исследованиями и разработками белых светодиодов, то расходы на электроэнергию для освещения уменьшатся приблизительно в два раза [6].

Свойства, которые они приобрели за последние годы, выводят их в лидеры среди других источников света. Но при всех преимуществах светодиодов и светодиодных систем освещения существует ряд вопросов, не правильное решение которых, ведет к ухудшению качества работы, как отдельных полупроводниковых источников света, так и осветительных систем

на их основе. В результате иногда теряется одно из главных преимуществ этих источников света – срок службы, а также других выходных параметров (высокая световая отдача, малое энергопотребление, возможность получения любого цвета излучения, надежность).

Исследования рабочих параметров современных светодиодов, предназначенных для использования в светотехнических устройствах актуальны в настоящее время. Создание переносного испытательного стенда позволяет оперативно определять оптимальные режимы работы белых светодиодов, а так же определять светодиоды имеющие дефекты по температурным и световым параметрам.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В работах [7, 8]. был описан разработанный авторами программно-аппаратный комплекс для контроля и управления светодиодной системой для внутреннего освещения помещений. В данной статье рассматриваются возможности комплекса, позволяющие также проводить исследования светотехнических параметров мощных светодиодов в зависимости от внешних температурных возмущений.

Общий вид разработанной экспериментальной установки представлен на рисунке 1.

Включает в себя три блока: измерительный модуль, в котором непосредственно находится исследуемый светодиод и датчики (позиция 1); модуль управления (позиция 2) и компьютер, на котором установлено разработанное пользовательское приложение (позиция 3). Рассмотрим более подробно элементы, составляющие каждый из блоков.

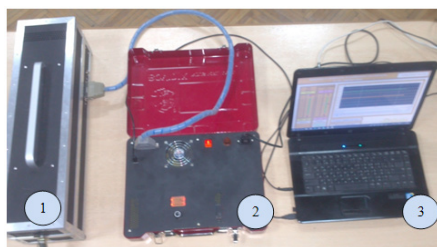


Рисунок 1 – Общий вид экспериментальной установки

Измерительный модуль состоит из светонепроницаемого корпуса, в котором установлены: исследуемый светодиод, система охлаждения (термоэлектрический модуль Пельтье), датчики температуры, датчик освещенности (см. рис. 2).

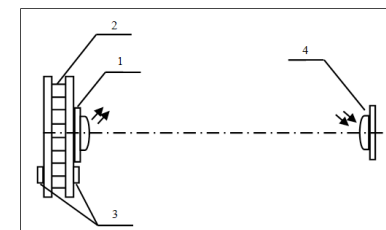


Рисунок 2 – Структурная схема измерительного блока
1 – светодиод; 2 – модуль Пельтье; 3 – датчики температуры;
4 – датчик освещенности

Светодиод закреплен на алюминиевой пластине, вместе с датчиком температуры для контроля температуры подложки светодиода. Пластина, через кремнийорганическую теплопроводную пасту, при помощи пружинных зажимов, крепится к одной стороне модуля Пельтье. К другой стороне модуля, через кремнийорганическую теплопроводную пасту, крепится радиатор с вентилятором для отведения тепла. Для контроля горячей стороны модуля Пельтье установлен датчик температуры. Данная конструкция показана на рисунке 3.

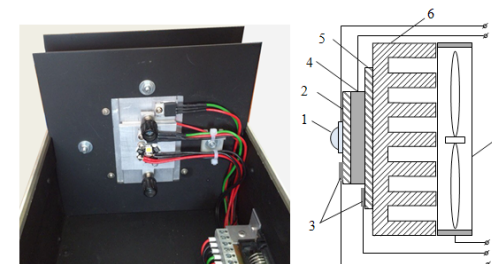


Рисунок 3 – Конструкция контроля температуры подложки светодиода
1 – светодиод; 2, 5 – алюминиевая пластина; 3 – датчики температуры;
4 – пластина Пельтье; 6 – медный радиатор; 7 – вентилятор

Для регулирования температуры светодиода используется термоэлектрический модуль Пельтье TEC1-12706 [9], имеющий следующие характеристики: Q_{max} : 50 Вт, I_{max} : 6.4 А, U_{max} : 14.4 В, Вес: 25 гр., размер 40x40x4 мм. Максимальная разница температур, который дает модуль: ΔT_{max} 66 °С. Для управления пластиной Пельтье был изготовлен источник питания с обратной связью, регулирующий выходное напряжение в зависимости от величины сопротивления терморезистора, измеряющего температуру.

Для контроля температурных режимов светодиодов выбраны датчики температуры серии LM35 компании Texas Instruments [10]. Это высокоточные интегральные датчики, которые обеспечивают измерение температуры с точностью $\pm 0.25^\circ\text{C}$ в комнатных условиях и с точностью $\pm 0.75^\circ\text{C}$ в диапазоне рабочих температур $-55 \dots +150^\circ\text{C}$. В связи с малым потреблением тока они имеют очень низкий уровень собственного разогрева ($< 0.1^\circ\text{C}$).

Напротив исследуемого светодиода, на его оси, расположен датчик освещенности – калиброванный люксметр серии LP02 [11]. Эти датчики предназначены для контроля уровня освещения в области спектра видимого света 400...700нм. Отличительной особенностью является наличие встроенной платы преобразования сигналов фотоэлемента в ток 4–20 мА с 2-х проводной схемой подключения. Применяемая схема обеспечивает высокую помехоустойчивость выходного сигнала датчиков и возможность передачи измерительной информации на расстояние до 500 м.

Все управляющие элементы стенда находятся в блоке управления. Пульт управления состоит из следующих узлов: микропроцессорный блок, блок питания, конвертор интерфейсов USB в RS-485, блок управления светодиодом, блок управления температурой (см. рис. 4).

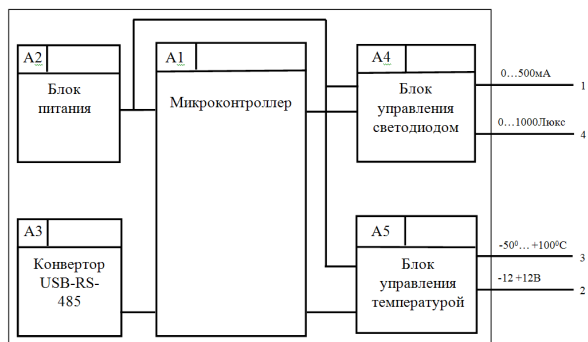


Рисунок 4 – Структурная схема блока управления

Модуль контроллера функционально состоит из основной платы, на 32-битном микропроцессоре ARM Cortex M4 STM32F401 [12], к которой подключены блок контроля освещенности и блок контроля температурой. Микропроцессорный блок осуществляет считывание и обработку нормализованных сигналов с датчиков, выдачу управляющих сигналов на остальные узлы, обмен информацией и выполнение команд оператора. Возможна работа системы под управлением компьютера и в автономном режиме. Блок питания предназначен для получения постоянного

напряжения 12В при токе до 8А из сетевого переменного напряжения $\sim 220\text{В}$ для питания всех узлов стенда.

Конвертор интерфейсов предназначен для подключения микропроцессорного блока со стандартным промышленным интерфейсом RS-485 к компьютеру через интерфейс USB.

Для управления системой было разработано программное обеспечение в SCADA системе Trace Mode 6.10 [13]. Программный комплекс позволяет передавать/считывать заданные физические величины в контроллер устройства, осуществлять расчёты. В реальном времени интерфейс пользователя переключается в рабочий режим, на котором отображаются протекающие процессы и считанные с устройства параметры: величины тока, температуры светодиода и элемента Пельтье, освещенность, опорное напряжение прибора, падение напряжения на светодиоде (см. рис. 5).



Рисунок 5 – Главное окно пользовательского приложения

Для установки рабочих параметров мощных белых светодиодов разработаны диалоговые окна, которые доступны через соответствующие функции: $P = f(T^0)$ – зависимость мощности потребляемой светодиодом от его температуры; $P = f(t)$ – функция мощности потребляемой светодиодом по времени; $P = f(E, t)$ – зависимость мощности потребляемой светодиодом от освещенности кристалла по времени; $I = f(t)$ – функция тока потребляемого светодиодом по времени; $T = f(t)$ – функция температуры светодиода по времени. Пользовательский интерфейс позволяет устанавливать параметры тока и температуры светодиода, а также включать/отключать активную систему охлаждения светодиода.

Все полученные значения можно просмотреть в графическом виде на трендах (см. рис. 6).

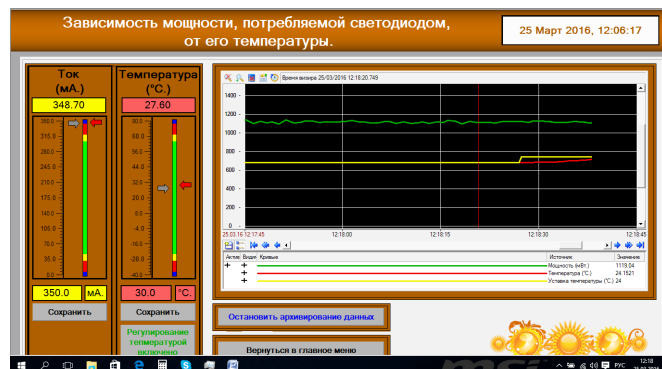


Рисунок 6 – Диалоговое окно «Зависимость мощности, потребляемой светодиодом от его температуры»

Диалоговые окна функции тока и мощности потребляемого светодиодом по времени, а также функции температуры светодиода могут быть использованы для регулировки соответствующих параметров, а также разработаны для изучения поведения каждого параметра в отдельности.

При архивировании значений создается база данных текущих и установленных значений в формате таблиц MS ACCESS. Это позволяет оценить работу комплекса в целом и проследить изменения всех значений, для последующих расчетов и анализа.

Для исследования рабочих параметров в качестве источника светодиодного излучения был выбран сверхяркий светодиод японской корпорации Nichia LED NCSL219B [14], мощностью 1Вт, световым потоком 126Лм, рабочим током 350 мА и тепло-белым спектром излучения. Разработанный экспериментальный стенд позволяет реализовать два сценария режима работы: с использованием пассивной системы охлаждения (радиатор) и активной системой охлаждения с термоэлектрическим охлаждением (модуль Пельтье).

В данной экспериментальной установке мы не можем измерить температуру р–n перехода кристалла светодиода. Тем не менее, чтобы проверить тепловое поведение кристалла светодиода, мы измеряем температуру подложки кристалла светодиода, поскольку она изменяется в той же зависимости, что и температура перехода. Большинство компаний производителей мощных светодиодов также приводят в спецификациях зависимости по температуре подложки светодиода.

На рисунке 7 показаны изменения освещенности светодиода от температуры подложки кристалла при различных значениях тока. Исследования проводились при температуре помещения 25 °С.

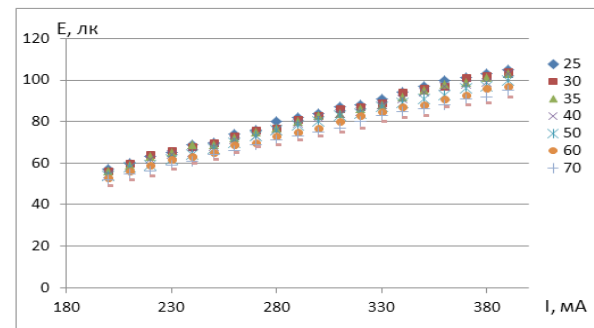


Рисунок 7 – Зависимость изменения освещенности от температуры при различных токах светодиода

Зависимость освещенности светодиода от протекающего тока при разных температурах основания светодиода показана на рисунке 8.

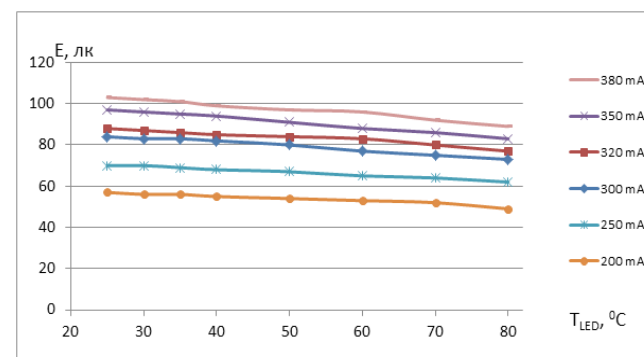


Рисунок 8 – Зависимость освещенности светодиода от силы тока при различных температурах

На рисунке 9 показано поведение температуры светодиода при различных токах при температуре помещения 25 °С. Показано три зависимости: нижняя кривая получена при токе 250 мА, вторая при токе 300 мА, третья при токе 350 мА. Установлено, что с повышением тока увеличивается температура кристалла светодиода, которая со временем выходит в насыщение. Так в первом случае насыщение достигается при 30 °С, во втором 31 °С, и в третьем случае 32 °С. Время установки температуры в рабочий режим находится в диапазоне 7–12 минут.

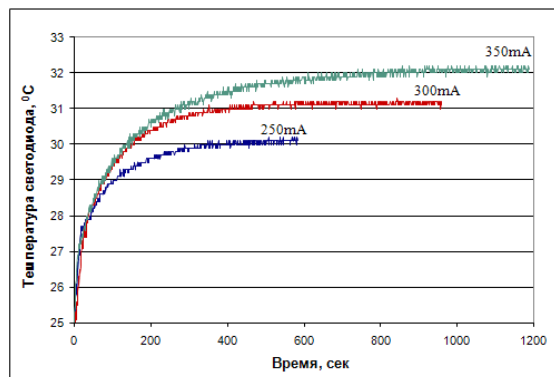


Рисунок 9 – Переходной процесс установки температуры светодиода при различных токах

Исследования позволяют изучать поведение температуры при более мощных токах, однако при увеличении тока более 350 мА со временем падает интенсивность излучения, а при токах 450 мА и более диод деградирует.

Поведение изменения температуры при различных токах показывает, что при стабилизации тока мы не видим резких скачков температуры, прослеживается только белый шум, который присутствует во всех электронных устройствах.

Полученные результаты показывают зависимость светотехнических характеристик от проходящего тока и температуры кристалла светодиода. В реальных осветительных системах мы можем наблюдать постепенную деградацию, так как диоды в осветительном приборе работают при стабилизации тока, а температура повышается за счет внешних условий и только в редких случаях за счет скачка напряжения в цепи, питающей электронный прибор.

При изменении внешних температурных условий для поддержания рабочих параметров мощных светодиодов необходимо использовать активные системы охлаждения. Изменения внешних атмосферных условий (повышение температуры помещения) приводят к резкому увеличению температуры кристалла светодиода и его деградации. При повышении температуры светодиода на 1 °C светоотдача уменьшается на 1 % и длина волны световой волны изменяется 0,2–0,3 нм, что приводит к изменениям спектра излучения [15].

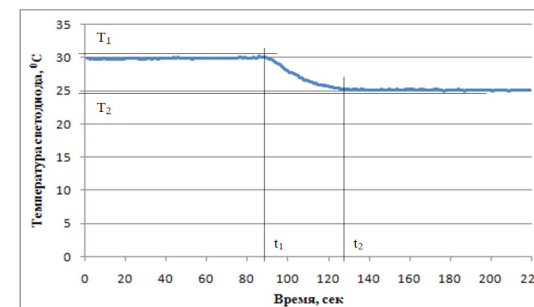


Рисунок 10 – Изменение температуры светодиода за счет активной системы охлаждения

Для устранения внешних температурных возмущений нами предложено использовать активную систему охлаждения на основе модуля Пельтье, которая позволяет поддерживать рабочую температуру мощного светодиода. На рисунке 10 показано изменение температуры светодиода за счет работы термоэлектрического модуля Пельтье.

При включении активной системы охлаждения температура светодиода с 30 °C устанавливается в заданный режим 25 °C через 2 минуты и поддерживает его.

ВЫВОДЫ

Результаты исследований показали, что полученные зависимости светотехнических характеристик мощного светодиода NCSL219B при различных температурах и токах светодиода хорошо согласуются с данными представленными фирмой Nichia на официальном сайте. Это говорит о достоверности полученных результатов.

Программно-аппаратный комплекс, включающий экспериментальный стенд и пользовательское приложение позволяет проводить экспериментальные исследования светотехнических характеристик белых мощных светодиодов при различных температурных режимах и устанавливать оптимальные рабочие параметры на основе проведенных экспериментов с помощью активной системы охлаждения на основе модуля Пельтье.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Послание Президента Республики Казахстан Н. Назарбаева народу Казахстана «Социально-экономическая модернизация – главный вектор развития Казахстана» от 27 января 2012 г.

2 Назарбаев, Н. А. Глобальная энергоэкологическая стратегия устойчивого развития в XXI веке. – М. : Экономика, 2011. – 194 с.

3 Международное энергетическое агентство. Тщетные усилия света: Стратегии энергоэффективного освещения. – ОЭСР : МЭА. – 2008. – 7 с.

4 Бабко, А. Н., Инютин, С. П. Энергетический и световой аудит в зданиях, сооружениях и уличном освещении: учебное пособие / А. Н. Бабко, С. П. Инютин. – Астана : Издательство, 2014. – 174 с.

5 Анализ мирового рынка светодиодной светотехнической продукции // Некоммерческое партнерство производителей светодиодов и систем на их основе. – 2015. – 96 с.

6 Давиденко, Ю.Н., Высокоэффективные современные светодиоды // Журнал «Современная электроника». – 2004. – № 1. – С. 36–43.

7 Grigoryeva, S., Baklanov, A., Gyorok, Gy. Control of LED Lighting Equipment with Robustness Elements // Acta Polytechnica Hungarica. Budapest. – 2016. – V.13. – № 5. – P. 105–119.

8 Grigoryeva, S., Baklanov, A., Titov, D. The practical realization of robustness for LED lighting control systems // 11th International Forum on Strategic Technology. – Novosibirsk, Russia, 2016. – P. 52–56.

9 TEC1-12706 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.hebeiltd.com.cn>.

10 LM35 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf>.

11 LP01/LP02 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://house-sensor.ru/images/docs/LP01.pdf>.

12 STMicroelectronics. STM32F4 Series microcontrollers [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.st.com>.

13 Квасов, А., Бакланов, А., Григорьева, С., Анохин, Е. Свидетельство о государственной регистрации прав на объект авторского права под названием «Система автоматизированного управления светодиодным освещением с элементами робастности (программа для ЭВМ)» № 2336 от 9.11. 2016.

14 Nichia. LED NCSL219B [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nichia.co.jp>.

15 Narendran, N, Gu, Y. Life of LED-based white light sources // IEEE/OEA Journal of Display Technology. – 2005. – № 1(1). – P. 167–171.

Материал поступил в редакцию 11.12.17.

И. В. Брейдо¹, В. В. Кибартас², А. Е. Бакланов³, С. В. Григорьева⁴, Т. С. Дмитриева⁵

Түрлі температура жағдайында қуатты жарықдиодты шамдардың жарық техникалық сипаттамаларын зерттеу

¹Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, Қарағанды қ., 100027, Қазақстан Республикасы;

²С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы;

³Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік техникалық университеті, Өскемен қ., 070004, Қазақстан Республикасы.

Материал 11.12.17 баспаға түсті.

J. V. Breido¹, V. V. Kibartas², A. E. Baklanov³, S. V. Grigoryeva³, T. S. Dmitrieva³

Study of light characteristics of powerful LEDs at various temperature modes

¹Karaganda State Technical University, Karaganda, 100027, Republic of Kazakhstan;

²S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan;

³D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University, Ust-Kamenogorsk, 070004, Republic of Kazakhstan.

Material received on 11.12.17.

Заманауи жарық диодты жарықтандыру жүйесі энергияны айтарлықтай үнемдеуі мүмкін. Дегенмен, жарықдиодты пайдаланғанда, негізінен жарықдиодты кристалдардың тозуымен байланысты бірқатар мәселелер туындайды. Ең алдымен, бұл жарықдиодты элементтерінің қызып кетуіне байланысты. Осыған орай, жарықтандыруда пайдаланылатын жарықдиодты жарықтандыру сипаттамаларын, әсіресе әртүрлі температура жағдайында жарық шығаратын диодтардың мінез-құлқын зерделеу, сондай-ақ жарықдиодтың жұмыс параметрлерін оңтайландыру мәселелері шешілуде. Осы жұмыс барысында оңтайлы жұмыс параметрлерін анықтау үшін әртүрлі температура жағдайында ақ жоғары қуатты жарықдиодты жарықтандыру сипаттамаларын зерттеу үшін бағдарламалық және аппараттық кешенді құру мәселесін шешеміз. Nichia фирмасының кең таралған қуатты жарықдиодты зерттеу үшін бірқатар эксперименттер жүргізілді. Ақ жарықдиодтарды зерттеу нәтижесінде алынған температуралық

режимдер паспорттық мәліметтермен үйлестіріледі, бұл тәжірибелік нәтижелердің сенімділігін көрсетеді.

Modern LED lighting systems can significantly save energy. However, when using LEDs, a number of problems arise mainly related to the degradation of LED crystals. First of all, it is caused by overheating of the LED elements. In connection with this, the issues of studying the lighting characteristics of LEDs used in lighting and especially the behavior of light-emitting diodes under different temperature conditions, as well as optimizing the parameters of the operation of the LEDs, become topical. The article is devoted to the investigation of the light characteristics of white high-power LEDs under different temperature conditions for determining the optimum operating modes. The authors developed a software and hardware system to solve this problem. Series of experiments was conducted on the study of white powerful LED of the company Nichya. The temperature modes of these LEDs obtained as a result of the study are coordinated with the passport data. This indicates the reliability of the experimental results.

ГРНТИ 44.31.31

А. А. Генбач¹, Д. Ю. Бондарцев²

¹д.т.н., профессор, Теплоэнергетический факультет, Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, 050000, Республика Казахстан; ²докторант PhD, Теплоэнергетический факультет, Алматинский университет энергетики и связи, г. Алматы, 050000, Республика Казахстан
e-mail: d.bondartsev@saem.kz

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ КРИЗИС ТЕПЛООБМЕНА В ПОРИСТЫХ СТРУКТУРАХ СЛАБОНЕДОГРЕТОЙ И НАСЫЩЕННОЙ ЖИДКОСТИ

В данной статье изучены предельные тепловые потоки в сетчатых пористых структурах на примере горелки ракетного типа, при охлаждении водой камеры сгорания и сопла. Получены опытные данные и расчетные зависимости для кризиса кипения и выбран оптимальный гидравлический размер пор структуры. Произведен учет влияния гравитационного и капиллярного потенциалов в пористых структурах с учетом критического влагосодержания. Система охлаждения отводит в $(2\div 8)$ раз большие тепловые потоки, чем в тепловых трубах, установлены критические высоты теплообменной поверхности и толщины структуры.

Ключевые слова: сетчатые пористые структуры, система охлаждения ГТУ, модель кризиса теплообмена, кризис кипения, расчетное уравнение критического теплового потока.

ВВЕДЕНИЕ

Применение пористых материалов в котлотурбинной технике привлекали многих исследователей создавать различные устройства. Повышались интенсивность теплоотводящих систем и форсировка протекающих в них процессов [1]. Использование пористых материалов помимо систем охлаждения позволяло создавать агрегаты, в которых решались проблемы взрывобезопасности, охраны труда и долговечности [2]. Этому способствовала возможность управлять процессами парообразования за счет избытка жидкости в порах и капиллярах структур, создаваемого совместными действиями капиллярных и массовых сил [3].

В тепловых энергетических установках (ТЭУ) капиллярно-пористые материалы используются для охлаждения высокофорсированных

детонационных горелочных устройств [1], создания пароохладителей в паровых котлах, маслоохладителей, исключающих попадание масла в охлаждающую воду и воды в систему подшипников, лабиринтных уплотнений и в других устройствах [4–5].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Для исследования критических тепловых потоков в пористой системе охлаждения использовалась ракетная горелка, содержащая камеру сгорания и сверхзвуковое сопло [8].

Одним из важных элементов энергоустановки является система охлаждения камеры сгорания и соплового аппарата. Для определения предельных тепловых потоков, отводимых пористой системой охлаждения, запишем уравнения неразрывности и движения с учетом совместного действия гравитационных и капиллярных сил, причем силы гравитации создают избыток жидкости $\tilde{m} = m_{ж} / m_n$ [7].

$$\frac{dV_y}{dy} = -\frac{\rho_n}{\rho_{ж}} \frac{L}{\varepsilon F_{\phi}} V_z [m_n / m_{ж} + 1], \quad (1)$$

$$V_y \frac{dV_y}{dy} = g \cos \beta + \frac{2\sigma}{\rho_{ж}} \frac{d}{dy} \left[\frac{1}{R[y]} \right] - \varepsilon v_{ж} V_y / K, \quad (2)$$

где $m_n, m_{ж}$ – расход жидкости и пара;
 V_y – скорость жидкости по направлению сил гравитации g ;
 y – координата (направление движения жидкости);
 $\rho_n, \rho_{ж}$ – плотность пара и жидкости;
 L – длина парогенерирующей поверхности;
 ε – пористость;
 F_{ϕ} – сечение пористой структуры;
 V_z – скорость пара по координате z ;
 z – координата (направление движения пара);
 β – угол наклона системы охлаждения к вертикали;
 σ – коэффициент поверхностного натяжения;
 $R[y]$ – радиус мениска жидкости;
 $v_{ж}$ – коэффициент кинематической вязкости жидкости;
 K – проницаемость.

Подставляя уравнение (1) в уравнение (2) с учетом величин $V_y = G_{ж}[y] / \rho_{ж}$, $V_z = q_{кр} / \rho_n$, и проинтегрировав полученное уравнение в пределах от $y_1 = 0$ до $y_2 = H$ и от $R_0 = \infty$ до $R_h = b_r / 2$, получаем:

$$3q_{кр}^2 h^2 [m_n / m_{ж}] / 2 [\text{re} \delta_{\phi} \rho_{ж}]^2 \varphi'_{кр} - 3q_{кр} h^2 v_{ж} / 2 \text{r} \delta_{\phi} \rho_{ж} \kappa \varphi'_{кр} + [gh \cos \beta + \frac{2\sigma}{\rho_{ж} R_h}] = 0. \quad (3)$$

Решением квадратичного уравнения (3) является выражение, которое определяет первый критический тепловой поток слабонедогретой и насыщенной жидкости ($\tilde{m} \rightarrow 1$):

$$q_{кр} = [B \pm (B^2 - 4AC)^{0.5}] / 2A, \quad (4)$$

где $q_{кр}$ – критический (предельный) тепловой поток;

r – теплота парообразования;

b_r – гидравлический диаметр пор структуры;

h – высота парогенерирующей поверхности;

$\varphi_{кр}$ – критическое расходное влагосодержание;

$A = 3h^2 [m_n / m_{ж} + 1] / 2 [\text{re} \delta_{\phi} \rho_{ж}]^2 \varphi_{кр}$,

$B = 3h^2 v_{ж} / 2 \text{r} \delta_{\phi} \rho_{ж} \kappa \varphi_{кр}$,

$C = gH \cos \beta + 2\sigma / \rho_{ж} R_h$.

Из уравнения (4) определим наибольшую высоту теплообменной поверхности h , при которой наступит гидродинамический кризис теплообмена. В качестве переменных будут выступать величины δ_{ϕ} , K , b_r , H , P , где δ_{ϕ} – толщина фитиля; H – текущая высота; P – давление.

Рассмотрим два экстремальных случая, имевших место в опытах: $\delta_{\phi 1} = 1,5 \times 10^{-3}$ м и $\delta_{\phi 2} = 0,15 \times 10^{-3}$ м. Для величины $\delta_{\phi 1}$ получим:

$$\varphi_{кр} / h^2 = 140,4 / (9,81H + 0,447), \quad (5)$$

где $K = 5,8 \times 10^{-10}$ м², $b_r = 0,55 \times 10^{-3}$ м, $P = 0,1$ МПа. Поскольку величины H и δ_{ϕ} связаны соотношением:

$H \delta_{\phi} = 15 \times 10^{-3}$ м, то $10 \text{ м} \leq H \leq 100 \text{ м}$.

При $H = 10$ м, $\varphi_{кр} = 0,1$, $h = h_{\max} = 0,26$ м.

Для величины $\delta_{\phi 2}$ уравнение имеет вид:

$$\varphi_{кр} / h^2 = 1386 / (9,81H + 1,76). \quad (6)$$

При $H = 100$ м, $\varphi_{кр} = 0,1$ получаем близкое значение высоты теплообменной поверхности ($h_{\max} = 0,266$).

Рассмотренные примеры относятся к случаю, когда вся охлаждающая жидкость движется в свободном сечении пористой структуры ($K = K_{т.т}$). Уравнение (5) и (6) связывают гидростатический напор с высотой теплообменной поверхности.

Решим уравнение (4) относительно величины $\varphi_{кр} / h^2$ для случая, когда часть жидкости за счет ее избытка может стекать по поверхности пористого тела, т.е. коэффициент $K = K_y$ [7].

В этом случае потребуется незначительное внешнее давление, создаваемой высотой столба жидкости H , и капиллярный потенциал будет существенно превышать гравитационный потенциал: $\rho_{ж}gH \ll 2\sigma/R_h$. Тогда величины H и δ_{ϕ} не будут связаны между собой. Для этого случая решением уравнения (4) будет:

для $\delta_{\phi 1} = 1,5 \times 10^{-3}$ м

$$\varphi_{кр}/h^2 = 0,126(9,81H + 0,47); \quad (7)$$

для $\delta_{\phi 2} = 0,15 \times 10^{-3}$ м:

$$\varphi_{кр}/h^2 = 17,4/(9,81H + 1,76). \quad (8)$$

При величинах $H = 10$ м и $\varphi_{кр}/h^2 = 0,1$, получим значения высот поверхности нагрева $h_{\max 1} = 2,86$ м и $h_{\max 2} = 0,758$ м, т.е. для тонких структур кризис кипения наступит при меньших величинах h .

Решение уравнения (4) требует большую точность расчета, тогда как, отбросив первый член уравнения, можно с практически такой же степенью точности решить данное уравнение. Уравнение (4) примет вид:

$$q_{кр} = C/B = \frac{2\varphi'_{кр} r \delta_{\phi} \rho_{ж} k [gH \cos \beta + \frac{2\sigma}{\rho_{ж} R_h}] / 3h^2 v_{ж}}{\quad} \quad (9)$$

В уравнении (9) в явном виде не содержится отношение $mж/мп$, однако оно учитывается через величины $\varphi_{кр}$ и K . При $\varphi_{кр} \rightarrow 0$, величина $q_{кр} \rightarrow 0$, т.е. в пограничном слое пористой структуры испарится почти вся влага и наступит кризис кипения.

Решение уравнения (9) относительно высоты столба жидкости представляет интерес для обоих случаев гидродинамики жидкости: $K=K_{т.т}$ и $K=K_y$. Когда вся жидкость движется в живом сечении пористой структуры ($K=K_{т.т}$) требуется создавать достаточно большое давление. Для исследованной системы охлаждения, когда $h=(0,1...0,7)$, $\delta_{\phi}=(0,15...1,5) \times 10^{-3}$ м, $b_r=(0,08...1) \times 10^{-3}$ м, при $\varphi'_{кр} = 0,1$ величина H составляет десятки метров водяного столба. Во втором случае, когда создается избыток жидкости при свободном ее стекании по внешней поверхности пористой структуры ($K=K_y$), превышение столба жидкости равняется несколько десятков миллиметров.

Условие $\rho_{ж}gH \ll 2\sigma/R_h$ может иметь место не только при горизонтальном расположении систем охлаждения, но и в том случае, когда часть жидкости стекает по внешней поверхности пористой структуры ($K=K_y$).

Из формулы (9) не следует делать вывод, что бесконечно увеличивая гидростатический напор $\rho_{ж}gH$, можно также увеличивать величину $q_{кр}$, т.к. при этом величина K может потерять физический смысл проницаемости, поскольку основной расход жидкости будет находиться вне живого сечения структуры, свободно стекая по пористому материалу. К тому же при $q \leq 6 \times 10^4$ Вт/м² произойдет перераспределение теплоты, отбираемой парообразованием и конвекцией, вплоть до вырождения процесса кипения.

При величине $q \rightarrow q_{кр}$, несмотря на большое количество жидкости $G_{ж}=F[H]$, возникнут кризисные явления, которые приведут к пережогу и разрушению теплообменной поверхности. В этом случае в уравнении (9) будет выполнено неравенство $\rho_{ж}gH \gg 2\sigma/R_h$ и потребуется ввести множитель K/K_y . В случае, когда $\rho_{ж}gH \approx 2\sigma/R_h$, величина $\Delta P_{г+к}=(1,5...2) 2\sigma/R_h$, а величина H составляет несколько десятков миллиметров в зависимости от толщины структуры.

Установим связь $h=f[H]$. Пусть величина $K=K_{т.т}=5,8 \times 10^{-10}$ м². Для $\delta_{\phi 1} = 1,5 \times 10^{-3}$ м из уравнения (5) получим:

$$h=(0,32...1) (0,0699H+3,18 \times 10^{-3})^{0,5}. \quad (10)$$

Для величины $\delta_{\phi 2} = 0,15 \times 10^{-3}$ м из уравнения (6) имеем:

$$h=(0,32...1) (7,1 \times 10^{-3}H + 1,27 \times 10^{-3})^{0,5}. \quad (11)$$

Здесь предполагается, что массовое влагосодержание может изменяться от момента начала закипания ($\varphi \rightarrow 1$) до кризиса кипения ($\varphi = \varphi_{кр} \rightarrow 0,1$) [7].

Проведенный анализ позволяет определять высоту теплообменной поверхности, толщину пористой структуры, которым соответствует критическая тепловая нагрузка. Учет кипения в пористом теле производится с помощью расходного влагосодержания φ и параметра \tilde{m} , который создает направленное течение недогретой жидкости с незначительной скоростью и позволяет обеспечить устойчивость двухфазного потока в пограничном пульсирующем слое жидкости.

Приведем расчетные величины $q_{кр}$ и соответствующие им величины $\Delta T_{кр}$ для различных давлений. Из физических соображений в уравнении (4) оставляем знак « \leftarrow ».

Оценка перепада температур в пористой структуре необходима для устойчивой работы системы охлаждения. Такая оценка является достаточно сложной, что связано с трудностью определения эффективного коэффициента теплопроводности в момент кризиса кипения, зависящего от многих факторов, главными из которых являются наличие пароводяной смеси в пограничном слое, контактное сопротивление между скелетом структуры и стенкой и между элементами самого скелета, которое может изменяться от степени прижатия структуры к стенке и от изменения температурного уровня работы, что приводит к тепловому расширению проволоки сетки. К тому же в кризисном режиме толщина слоя жидкости является величиной неопределенной. Поэтому расчет величины $\Delta T_{кр}$ не может быть произведен аналитическим путем и явился предметом экспериментальных исследований (табл.1).

Таблица 1 – Критические тепловые нагрузки и температурные напоры

	P, МПа			
	0,01	0,1	8	20
1. $q_{кр}, Вт/м^2$				
а) $K=K_{гт}$	$2,95 \times 10^4$	6×10^5	$6,9 \times 10^5$	$1,66 \times 10^5$
б) $K=K_y$	3×10^5	6×10^5	$2,5 \times 10^5$	$5,8 \times 10^3$
2. $\Delta T_{кр}, К$	14,2	60	55,2	7,75

Исходными данными расчета являлись: $H=10$ м, $\cos\beta=1$, $R_h=0,275 \times 10^{-3}$ м, $h=0,27$ м, $\varphi_{кр}=0,1$, $\delta_{\phi}=1,5 \times 10^{-3}$ м, $K=5,8 \times 10^{-10}$ м².

В расчете предполагается, что охлаждающая жидкость заполняет все живое сечение структуры и не стекает по пористому телу. Конструктивно это реализуется путем создания канала и установкой внутри его пористой структуры [4].

Если создается избыток жидкости \tilde{m} и часть ее может свободно стекать по внешней поверхности пористого тела, необходимо ввести условный коэффициент проницаемости K_y .

Сравнивая приведенные данные видам, что в случае (σ) для высоких давлений наблюдается более сильное влияние величины P на величину $q_{кр}$, поскольку начинает сказываться быстрое падение коэффициента σ .

Таким образом, с помощью наложения гравитационного потенциала можно расширить величину $q_{кр}$ и стабилизировать зависимость $q_{кр}=f[p]$ для широкого диапазона изменения давления (0,01...20 МПа), что особенно важно, когда система работает под высоким давлением.

Влагосодержание ϕ оказывает влияние на величину $q_{кр}$ через отношение \tilde{m} , причем величина $\varphi_{кр}=(0,1...0,15)$ [7].

Уравнение (4) получено на основе гидродинамического анализа процессов теплообмена, где не учитываются локальные ограничения по тепловому потоку, когда контакт жидкой пленки с поверхностью невозможен из-за сильного перегрева этой поверхности за время роста парового пузыря.

В результаты экспериментальных исследований [7]. показано, что учет только гидродинамических возможностей теплопереноса при наличии расхода жидкости, превышающего в (1,5...2) раза потребного, в зависимости от вида структуры, является правомерным. При этом в системе отводятся удельные тепловые потоки в (2...8) раз большие, чем в тепловых трубах, при использовании сетчатой структуры при развитом пузырьковом кипении.

Для тепловых труб, как отмечает большинство исследователей, удельный массовый поток жидкости $G_{кр}$ ограничен предельной величиной капиллярного давления и определяет гидродинамическую границу теплопередающей способности.

В исследуемой системе такого ограничения нет. Величина $G_{кр}$ определяется значением действующего напора $\Delta P_{г+k}=\rho_{ж}gH+2\sigma/R_{мин}$.

Таким образом, для инженерных расчетов при отводе удельных тепловых потоков до величины $q_{кр}$ при развитом процессе кипения можно пользоваться формулой (4). Для этого необходимо знать давление, геометрию системы охлаждения и вид пористой структуры.

ВЫВОДЫ

Рассмотренный кризис теплообмена в пористой системе охлаждения представлен на основе гидродинамических условий при совместном действии гравитационных и капиллярных сил. Предложенная модель кризиса теплообмена, полученная с помощью системы дифференциальных уравнений, описывающих одномерное течение однофазной жидкости, отражает физическую картину процесса за счет ввода в общий градиент давления вязкостного члена и учета истинной скорости жидкости в пористой структуре с помощью расходного влагосодержания, что позволило получить расчетную формулу. Установлены критические величины высоты теплообменной поверхности и толщины структуры для двух режимов гидродинамики жидкости в пористых структурах, которым отвечает минимальная величина гидростатического напора, создающего оптимальное соотношение избытка жидкости в зависимости от геометрических и режимных параметров.

Используя систему дифференциальных уравнений, описывающую одномерное течение однофазной жидкости, за счет ввода в общий градиент давления вязкостного члена на основании закона Дарси и учета истинной скорости жидкости в пористой структуре с помощью влагосодержания $\phi_{кр}$ решена задача по определению критических тепловых нагрузок в пористых системах охлаждения, в которых наряду с капиллярным потенциалом действует потенциал гравитационных сил. Исследования проведены для двух случаев: жидкость движется только в сечении пористой структуры и жидкость может свободно стекать по поверхности пористого тела. Следовательно, величины $\phi_{кр}$, K_y и параметр \tilde{m} учитывают влияние гравитационных сил, выраженное через скорость потока жидкости (направленное течение) и возможный недогрев жидкости до температуры насыщения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Поляев, В. М., Генбач, А. А. Методы мониторинга энергетических процессов. Экспериментальная тепловая и жидкостная наука. Международная термодинамика. Экспериментальная теплопередача и механика жидкости. – Avenue of the Americas, New York, USA, 1995. – Vol. 10. – С. 273–286.

2 **Поляев, В. М., Генбач, А. А.**, Контроль теплопередачи в системе пористого охлаждения // Труды, 2-я Всемирная конференция по экспериментальному теплообмену, механике жидкости и термодинамике. – Дубровник, Югославия, 1991. – С. 639–644.

3 **Генбач, А. А., Олжабаева, К. С.**, Визуализация термического воздействия на пористый материал в тепловых энергетических установках электростанций // Бюллетень Национальной инженерной академии РК. – 45 (2012). – 3. – С. 63–67.

4 **Генбач, А. А., Бондарцев, Д. Ю.**, Установки для исследования различных условий теплообмена в капиллярно-пористых структурах энергооборудования // Вестник КазНУ. – № 1 (119). – 2017. – С. 183–189.

5 **Genbach, A. A., Bondartsev, D. Yu., Iliev, I. K.** Equipment for study of various heat exchange conditions in capillary-porous structures of power equipment // 6-th International Conference on Thermal Equipment, Renewable Energy and Rural Development TE-RE-RD 2017. – 2017, 8–10 June. – P. 37–42.

6 **Polyaev, V., Genbach, A.** Heat Transfer in a Porous System in the Presence of Both Capillary and Gravity Forces // Thermal Engineering. – 1993. Volume 40. – Number 7. – Moscow, 1993. – P. 551–554.

7 **Генбач, А. А., Бондарцев, Д. Ю.**, Модель кризиса теплообмена в пористой системе охлаждения ГТУ // Вестник КазНУ. – № 2 (102). – 2014. – С. 229–235.

8 **Генбач, А. А., Бондарцев, Д. Ю.**, Расчет кризиса кипения в пористых структурах, охлаждающих детали энергоустановок электростанций // Промышленность Казахстана. – № 6 (75). – 2012. – С. 82–83.

Материал поступил в редакцию 11.12.17.

A. A. Genbach, D. Yu. Bondartsev

Жер асты шөгінділеріндегі және суық бүркіштегі жылу алмасудың гидродинамикалық кризисі

Жылу энергетика факультеті,
Алматы энергетика және байланыс университеті,
Алматы қ., 050000, Қазақстан Республикасы.
Материал 11.12.17 баспаға түсті.

A. A. Genbach, D. Yu. Bondartsev

Hydrodynamic crisis of heat exchange in porous structures with low-grade and saturated liquid

Heat Power Engineering Faculty,
Almaty University of Power Engineering and Telecommunications,

Almaty, 050000, Republic of Kazakhstan.

Material received on 11.12.17.

Механикалық кеуекті құрылымдардағы жылу ағындарын шектеу жану камерасы мен саңылаулардың суы сумен салқындаған кезде, зымыран тектес қыздырғыштың үлгісімен зерттеледі. Қайнау дағдарысы үшін эксперименттік деректер мен есептік тәуелділіктер алынды және құрылымның оңтайлы гидравликалық мөлшерін таңдады. Кеуекті құрылымдардағы гравитациялық және капиллярлық потенциалдардың сыни ылғалдылықты ескеретін әсері ескеріледі. Салқындату жүйесі жылу құбырларынан гөрі үлкен жылу ағындарын (2÷8) айналдырады, жылу бетінің сыни биіктігі және құрылымның қалыңдығы белгіленеді.

Кеуекті салқындату жүйесінде қарастырылған жылу тасымалының дағдарысы гравитациялық және капиллярлық күштердің бірлескен әрекетінің негізінде гидродинамикалық жағдайлар негізінде ұсынылған. Геометриялық және режимдік параметрлерге байланысты артық сұйықтықтың оңтайлы қатынасын құратын гидростатикалық бастың минималды мәніне сәйкес келетін кеуекті құрылымдардағы сұйық гидродинамиканың екі режимі үшін жылу алмасу бетінің биіктігінің және құрылымның қалыңдығының критикалық мәндері белгіленді.

Limiting heat fluxes in mesh porous structures is studied using the example of a rocket-type burner, when the water of the combustion chamber and the nozzle are cooled by water. Experimental data and calculated dependencies for the boiling crisis were obtained and the optimum hydraulic pore size of the structure was selected. The influence of gravitational and capillary potentials in porous structures taking into account the critical moisture content is taken into account. The cooling system diverts into (2÷8) times the large heat fluxes than in the heat pipes, the critical heights of the heat exchange surface and the thickness of the structure are established.

The considered heat transfer crisis in a porous cooling system is presented on the basis of hydrodynamic conditions under the joint action of gravitational and capillary forces. Critical values of the height of the heat exchange surface and the thickness of the structure for two modes of liquid hydrodynamics in porous structures are established, which correspond to the minimum value of the hydrostatic head creating an optimal ratio of the excess liquid depending on the geometric and regime parameters.

С. А. Глазырин¹, Н. С. Глазырина², Н. Н. Асабина³

¹к.т.н., и.о. доцента, Транспортно-энергетический факультет, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана, 010000, Республика Казахстан;

²доктор PhD, и.о., Транспортно-энергетический факультет, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана, 010000, Республика Казахстан;

³магистрант, Транспортно-энергетический факультет, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана, 010000, Республика Казахстан

e-mail: ¹glan-sergey@yandex.ru; ²glazirinan@yandex.ru; ³tria_83@mail.ru

ПУТИ СНИЖЕНИЯ МЕЖКРИСТАЛЛИТНОЙ КОРРОЗИИ МЕТАЛЛА ПАРОПЕРЕГРЕВАТЕЛЕЙ КОТЛОВ СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

В статье приведены результаты исследований путей снижения межкристаллитной коррозии металла котлов сверхкритических параметров блоков СКД на тепловой электростанции. Выполнены исследования причин появления межкристаллитной коррозии в пароперегревателях котлов сверхкритических параметров на примере блоков 300 МВт и 500 МВт. Экспериментальными работами и промышленными наблюдениями установлено, что межкристаллитные разрушения возникают при сочетании следующих условий: наличия в котловой воде веществ, обуславливающих ее агрессивность по отношению к металлу, то есть способность вызывать межкристаллитное растрескивание стали; наличия неплотностей в швах и заклепочных соединениях котла, то есть в местах, где может происходить резкое повышение концентрации солей за счет самоиспарения котловой воды; существования высоких растягивающих напряжений в металле, близких к пределу его текучести. Рассмотрены пять режимов ВХР и описаны их влияние на скорость протекания межкристаллитной коррозии. Приведенные материалы позволили успешно решить задачу по предупреждению межкристаллитной коррозии барабанных котлов путем организации следующих режимов котловой воды: солефосфатного, литиевого. Правильный выбор металла имеет большое значение, этот выбор

должен сочетаться оптимальным образом с водным режимом установки.

Ключевые слова: коррозия, паровой котел, блоки электростанций сверхкритических параметров, поверхность нагрева котла, пароперегреватель

ВВЕДЕНИЕ

Опыт эксплуатации паровых котлов показал, что одним из главных условий безаварийной работы теплоэнергетического оборудования является защита от коррозии котельного металла. Все металлы и сплавы, применяемые в качестве конструкционных материалов котлов, по своей природе способны взаимодействовать с коррозионной средой, подвергаться химической и электрохимической коррозии. По внешним признакам различают так называемую местную форму коррозионных разрушений. Одним из видов местной коррозии является межкристаллитная коррозия, распространяется вдоль границ кристаллов, в результате чего образуются трещины, ослабляющие связь между кристаллами металла, вследствие чего понижаются его механические свойства. При этом продукты межкристаллитной коррозии остаются заключенными внутри металла. Подобный вид коррозионного разрушения очень опасен, так как вызывает большую потерю прочности конструкции, часто даже без заметного изменения внешнего вида.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Межкристаллитная коррозия проявляется в виде трещин в развальцованных концах кипящих и экранных труб и в теле барабана. Этот вид разрушений является результатом взаимодействия между металлом и котловой водой, представляющей собой электролит. Характерной особенностью образующихся трещин является распространение их в местах максимального напряжения в металле. Металлографические исследования показывают, что начальные трещины и ответвления от них проходят между кристаллитами, основные же трещины обычно имеют транскристаллитный характер, то есть проходят через зерна кристаллитов. Такому их распространению способствует возникающая в результате межкристаллитной коррозии концентрация механических напряжений.

Некоторые исследователи указывают, что межкристаллитный характер присущ трещинам, образующимся преимущественно при высоких температурах; при сравнительно низких температурах более вероятно появление транскристаллитных трещин. Тонкие трещины получаются чаще при воздействии на металл низко концентрированных растворов щелочи; более крупные трещины с обильным образованием черной магнитной

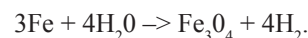
закиси – окиси железа возникают в высококонцентрированных растворах щелочи. Как правило, в зоне образования таких трещин деформация металла отсутствует, вследствие чего подобные разрушения получили название хрупких или бездеформационных.

Механические свойства металла: пластичность, прочность и текучесть – при подобном растрескивании не меняются. Трещины, как правило, имеют сильно разветвленный характер. Ввиду постоянного и довольно длительного воздействия различных факторов межкристаллитной коррозии поверхность излома металла по трещине имеет темный мелкозернистый вид, резко отличный от свежего излома чисто механического происхождения.

Развитие этого вида коррозии протекает с некоторым ускорением; в начальный период разрушение металла происходит очень медленно, а затем с течением времени скорость его резко возрастает и может принять катастрофические размеры. В практике эксплуатации котлов известны случаи, когда этот процесс заканчивался взрывом котлов.

Образование трещин в металле паровых котлов, под названием «щелочная хрупкость» котельного металла, обусловлено действием на него внутренних и внешних факторов коррозии. Однако, несмотря на значительное количество работ по щелочной хрупкости котельной стали, ясность и единое мнение в ряде вопросов этой проблемы отсутствуют. Подавляющим большинством исследователей признается комплексный характер этого явления; протекание его обусловлено совместным действием повышенных напряжений металла и щелочного концентрата котловой воды. Наиболее спорным положением в этой проблеме является трактовка механизма воздействия на напряженный металл растворов различных веществ и самой щелочи.

Некоторые исследователи считают, что в основе процесса лежит чисто химическое растворение металла под действием воды



В приведенной реакции щелочь выполняет роль катализатора. В отсутствие щелочи реакция идет с достаточной скоростью лишь при температуре 500–600 °С.

Наряду с оценкой щелочи как ускорителя процесса, существует несколько другое определение ее роли, согласно которому вода реагирует с железом по приведенной схеме с незначительной скоростью даже в отсутствие щелочи. Возникающая при этом пленка магнитной окиси железа вследствие ее защитных свойств сильно затормаживает данную реакцию. Дальнейшее протекание ее определяется влиянием на пленку присутствующих в котловой воде веществ; если пленка повреждается, то

реакция протекает дальше, в противном случае реакция прекращается. С описываемой точки зрения щелочь рассматривается в качестве агента, разрушающего пленку из окислов железа с образованием ферритов. Полагают, что этому процессу способствуют пептизирующие (коллоидно-электрохимические) свойства раствора едкого натра.

По вопросу условий локализации коррозии и образования трещин существуют две основные гипотезы. Первая из них признает агрессивное воздействие щелочи, реагирующей с железом или вызывающей растворение межкристаллитных примесей. При этом предполагается, что в воде имеются катализаторы (например, силикаты), которые способствуют образованию защитной пленки лишь на поверхности зерен металла и локализируют коррозию по границам зерен. Повышенное напряжение в металле способствует проникновению агрессивного раствора к границам зерен из-за невозможности образования в этих местах достаточно прочных пленок. Предполагается, что действие щелочи заключается либо в том, что она переводит в раствор часть атомов металла, расположенных по границам зерен, с образованием окислов железа, обладающих большим объемом, чем металл, и, следовательно, развивающих большие напряжения в металле, либо щелочь растворяет загрязнения, скапливающиеся то границам зерен. Данная гипотеза не придает существенного значения выделяющемуся при реакции водороду, в то время как по другой гипотезе за ним признается ведущая роль.

Согласно второй, так называемой водородной, гипотезе выделяющийся при реакции водород придает стали водородную хрупкость вследствие появления в его структуре гидроксида железа. Считается вероятным, что выделяющийся водород вступает в реакцию с находящимися по границам зерен загрязнениями с образованием газообразных продуктов реакции; последние, обладая слабой способностью диффундировать через металл, способствуют развитию повышенных напряжений и образованию вследствие этого трещин.

Таким образом, каустическая хрупкость отождествляется с известным в технике явлением водородной хрупкости, возникающей, например, при травлении металлов. Наблюдаемое при этом снижение пластических свойств металла обусловлено поглощением свободного водорода. При этом также предполагается, что содержащаяся в котловой воде кремниевая кислота играет роль катализатора в процессе поглощения металлом водорода.

Если признать за водородной хрупкостью ведущую роль в процессе образований межкристаллитных трещин, то становится непонятным их возникновение, лишь в определенных направлениях. В то время как водород пронизывает всю толщу металла и последний по всей массе становится хрупким, трещины появляются лишь по границам кристаллитов. Водородная хрупкость при травлении металла обнаруживается даже при незначительной

механической нагрузке, в то время как рассмотренный выше вид разрушений требует высоких напряжений. Сторонники водородной хрупкости не учитывают также то обстоятельство, что для появлений водорода в структуре металла также требуется течение коррозионного процесса, могущего явиться самостоятельной причиной серьезных разрушений металла.

Экспериментальными работами и промышленными наблюдениями установлено, что межкристаллитные разрушения возникают при сочетании следующих условий:

1) Наличия в котловой воде веществ, обуславливающих ее агрессивность по отношению к металлу, то есть способность вызывать межкристаллитное растрескивание стали;

2) Наличия неплотностей в швах и заклепочных соединениях котла, то есть в местах, где может происходить резкое повышение концентрации солей за счет самоиспарения котловой воды;

3) Существования высоких растягивающих напряжений в металле, близких к пределу его текучести.

Случаи аварий и неполадок в работе котлов позволяют считать, что трещины межкристаллитной коррозии развиваются при совместном воздействии на металл высоких местных напряжений и щелочного концентрата котловой воды. У котлов низкого и среднего давлений, длительно работавших на накипном режиме, после организации Na – катионирования воды и перевода на безнакипный режим с относительно высокой щелочностью котловой воды уже через один–два года обнаруживались трещины межкристаллитной коррозии. С другой стороны, проведенные, рядом электростанций профилактические ультразвуковые и магнитно-дефектоскопические исследования показали, что у большинства даже сильно изношенных котлов с длительностью эксплуатации до 40 лет, но работающих на накипном режиме, трещин не выявлено.

У большинства котлов в результате протекания межкристаллитной коррозии пострадали нижние барабаны и лишь у некоторых – верхние задние, в которые производится подача питательной воды. Это подтверждает, существенную роль в развитии межкристаллитной коррозии режима частых растопок и остановов и сильно меняющейся нагрузки котлов.

Сравнительно незначительное число случаев щелочной хрупкости, зафиксированное на наших электростанциях до внедрения новых способов водоприготовления, объясняется, по-видимому, защитным действием накипи, образующейся в значительных количествах в котлах мелких электростанций и промышленных предприятий и закупоривающей неплотности соединений отдельных ее элементов, а также отсутствием или относительно малой концентрацией щелочи в котловой воде этих котлов.

Пути снижения межкристаллитной коррозии:

1 Влияние режима чистофосфатной щелочности на межкристаллитную коррозию

Режим чисто фосфатной или «нулевой каустической» щелочности котловой воды помимо предотвращения межкристаллитной коррозии металла обеспечивает также безнакипную работу паровых котлов. Для создания подобного режима в котловую воду вводят в определенных соотношениях различные фосфорнокислые соли натрия, при этом обработку котловой воды едким натром или кальцинированной содой не производят. Для этой цели пригодны наряду с обычным тринатрийфосфатом Na_3PO_4 кислые фосфаты: динатрийфосфат Na_2HPO_4 , мононатрийфосфат NaH_2PO_4 , а иногда фосфорная кислота H_3PO_4 . Выбор того или другого вещества или смеси указанных реагентов зависит от жесткости и щелочности питательной воды.

2 Влияние солефосфатного режима на межкристаллитную коррозию

Солефосфатный режим котловой воды допускает наличие в ней определенных количеств избыточной щелочности наряду с фосфатами, сульфатами и хлоридами, то есть солями, которые нейтрализуют ее агрессивное воздействие на металл. Роль понижения растворимости фосфатов в устранении агрессивности котловой воды особенно сильно возрастает в котлах высокого и сверхвысокого давления. Это обстоятельство тем более необходимо подчеркнуть, что согласно ранее принятой концепции коррозионная безопасность режима чисто фосфатной щелочности увязывалась только с фактом подавления гидролиза фосфорнокислого натрия при упаривании воды, а не с ограниченной растворимостью этого соединения.

Положительное влияние на поведение металла сульфатов, основанное на их сравнительно малой растворимости при высоких температурах, и следовательно, способности ликвидировать очаги упаривания котловой воды.

3 Влияние нитратного режима на межкристаллитную коррозию

Нитраты натрия или калия (натриевая или калиевая селитра) являются эффективными замедлителями межкристаллитной коррозии металла. Измерение электродных потенциалов образцов стали в щелочных растворах селитры свидетельствует о существовании облагораживающих свойств этого вещества по отношению к стали при соотношении более 0,35. Селитру следует рассматривать в данном случае в качестве одновременно анодного и катодного замедлителя межкристаллитной коррозии.

Присадка селитры в котлы с давлением свыше 7 МПа не рекомендуется из-за частичного ее разложения и заметного ослабления в этих условиях пассивирующих свойств неразложившейся масти селитры.

Для поддержания нитратного режима котловой воды с одинаковым успехом можно использовать как натриевую, так и калиевую селитру.

Аммиачная селитра пригодна только в том случае, если питательная вода полностью обескислорожена, так как аппараты с деталями, изготовленными из меди и медных сплавов, при одновременном присутствии кислорода и аммиака в определенных условиях подвергаются интенсивной коррозии.

4 Влияние сульфитцеллюлозного режима на межкристаллитную коррозию

Предупреждение межкристаллитной коррозии металла с помощью сульфитцеллюлозы возможно в котлах с давлением не выше 2 МПа. При большем давлении сульфитцеллюлоза способна разлагаться с частичной потерей своих антикоррозионных свойств. Удовлетворительный эффект защиты металла обеспечивается при поддержании в котловой воде концентрации сульфитцеллюлозы около 200 мг/дм³, при щелочности котловой воды от 5 до 20 мг-экв/дм³. Этот реагент можно применять как в смеси, так и раздельно. Дозировку их можно производить периодически, непосредственно в питательный бак, в виде раствора или суспензии. При пользовании этим методом водообработки, особенно при его организации, следует проверять качество пара, выдаваемого котлами.

Защитное действие на металл сульфитцеллюлозы объясняют по-разному. Некоторые исследователи считают, что подобные органические вещества по достижении в котловой воде определенных концентраций способствуют удалению с поверхности стали защитных пленок и тем самым ликвидируют условия, благоприятствующие локализации коррозии.

Сторонники другой точки зрения считают, что действие подобных замедлителей межкристаллитной коррозии заключается в упрочении защитных пленок, вследствие чего они приобретают необходимую плотность и свойство предупреждать щелочную хрупкость металла. По мнению других исследователей, механизм защиты металла с помощью органических замедлителей основан на способности этих веществ к разложению в процессе упаривания котловой воды с последующей закупоркой продуктами их распада неплотностей в соединениях элементов котлов. В силу этого обстоятельства ликвидируется возможность нарастания концентрации едкого натра до опасных пределов.

Более вероятно, что способность ряда органических веществ замедлять межкристаллитную коррозию обуславливается их свойством повышать перенапряжение водорода на катодных участках коррозионных пар; при давлении выше 2,5 МПа действие этих соединений как замедлителей межкристаллитной коррозии оказалось малоэффективным, вероятно, вследствие их термического разложения.

5 Влияние бесфосфатных режимов на межкристаллитную коррозию

Бесфосфатный режим котловой воды возможен при высоком уровне эксплуатации водоподготовительных установок и при хорошем уплотнении

конденсаторов турбин со стороны, охлаждающей воды. В настоящее время на электростанциях осуществляются несколько вариантов бесфосфатных водно-химических режимов:

А Едконатровый режим

Б Литиевый режим

ВЫВОДЫ

1 Межкристаллитное разрушение металла котлов обуславливается наличием следующих одновременно действующих факторов:

– наличия в котловой воде веществ, обуславливающих ее агрессивность по отношению к металлу, то есть способность вызывать межкристаллитное растрескивание стали;

– существования высоких растягивающих напряжений в металле, близких к пределу его текучести.

2 Приведенные материалы позволили успешно решать задачу по предупреждению межкристаллитной коррозии барабанных котлов путем организации следующих режимов котловой воды: солефосфатного, литиевого.

3 Предварительные исследования случаев межкристаллитной коррозии металла котлов СКД, показали, что процесс образования трещин в этих котлах имеет следующие характерные особенности:

– межкристаллитная коррозия металла в котлах высокого давления протекает со значительно большей интенсивностью, чем в котлах среднего давления. Об этом свидетельствуют факты выхода из строя котлов высокого давления из-за подобных разрушений металла за более короткий период их эксплуатации, чем котлов низкого и среднего давлений.

– разрушения металла в котлах высокого давления происходят при сравнительно невысокой относительной щелочности котловой воды. Поэтому с точки зрения предотвращения межкристаллитной коррозии к водному режиму котлов высокого давления должны быть предъявлены более жесткие требования, чем к водному режиму котлов среднего или низкого давления.

4 Правильный выбор металла имеет большое значение, этот выбор должен сочетаться оптимальным образом с водным режимом установки.

Считается, что стали, «успокоенные» алюминием, полностью раскисленные, содержат очень мало окислов по границам зерен, которые могли бы растворяться в щелочи и тем самым способствовать образованию трещин. Поэтому раскисленные, то есть нестареющие, стали менее подвержены растрескиванию. Местами появления межкристаллитных трещин являются уже имеющиеся в металле межкристаллитные пустоты. На

появление межкристаллитных трещин влияют содержащиеся в стали примеси фосфора, мышьяка, серы, азота и др. Повышение их концентрации снижает устойчивость стали против образования межкристаллитных трещин. В связи с этим обращается внимание на наличие в структуре металла азотистых соединений (нитридов), сосредоточенных по границам зерен. Большое внимание уделяется вопросу термообработки и приданию котельному металлу соответствующей структуры с целью снижения склонности его к образованию трещин. В результате термообработки достигается уменьшение внутренних напряжений в металле.

Для борьбы с межкристаллитной коррозией стали могут быть использованы следующие методы:

– термическая обработка изделий, в том числе и сварных, с нагревом до температуры 1050–1120 °С и быстрым последующим охлаждением в воде;

– применение стали с пониженным содержанием углерода (не выше 0,06 %, а иногда и более низким, что определяется степенью агрессивности среды);

– введение в сталь таких стабилизаторов (карбидообразующих элементов), как титан, ниобий и др.; карбиды этих элементов практически нерастворимы в аустените, поэтому кратковременный нагрев стали в области критического интервала температур не вносит в ее структуру особых изменений, ухудшающих сопротивляемость межкристаллитной коррозии.

Наибольшее распространение в промышленности, в особенности для изготовления сварной аппаратуры, получила сталь 1X18Н9Т, отличающаяся достаточно высокой коррозионной стойкостью и хорошими механическими свойствами (пластичностью), однако она по коррозионной стойкости несколько уступает, стали 1X18Н9, имеющей в термически обработанном (закаленном) состоянии чистую аустенитную структуру.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Акользин, П. А.** Коррозия и защита металла теплоэнергетического оборудования. – М. : Энергоиздат, 1982. – 304 с.

2 Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей. – М. : Энергоатомиздат, 1989. – 288 с.

3 **Глазырин, А. И., Глазырин, С. А., Орумбаев, Р. К.** Коррозия и консервация теплоэнергетического оборудования. Павлодар : ЭКО, 2011. – 728 с.

Материал поступил в редакцию 11.12.17.

С. А. Глазырин¹, Н. С. Глазырина², Н. Н. Асабина³

Металл бу қыздырғыш қазандардың аса жоғары параметрлердегі интер-кристаллия коррозиясын азайту жолдары

^{1,2,3}Көлік-энергетика факультеті,

Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,

Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы.

Материал 11.12.17 баспаға түсті.

S. A. Glazyrin¹, N. S. Glazyrina², N. N. Asabina³

Ways of reduction of inter-crystallite corrosion of metal of steam boilers of supercritical parameters

^{1,2,3}Transport and Energy Faculty,

L. N. Gumilyov Eurasian National University,

Astana, 010000, Republic of Kazakhstan.

Material received on 11.12.17.

Мақалада металл қазандардың аса жоғары СКД параметрлердегі блоктарына жылу электр станцияларындағы интер-кристаллия коррозиясын азайту жолдарына зерттеу нәтижелері келтірілген. 300 МВт және 500 МВт аса жоғары параметрлердегі бу қыздырғыш қазандық блоктарына интер-кристаллия коррозиясының пайда болуының себептері анықталды. Эксперименттік жұмыстарға және өнеркәсіптік байқаулар орнатуымен интер-кристаллиялық бұзышылық келесі үйлесушілік мынадай шарттар пайда болған кезде туындайды: металл оның агрессияшылық қатысты анықтау қазандық суда заттардың болуы, яғни, болат аралық агенттері тудыруы мүмкіндігі; бумен пісіру қазандық су салдарынан тұздардың концентрациясы күрт көтерілуі болуы мүмкін жерлерде буын және қазандық буын таралуының болуы; металдағы жоғары созылу кернеулерінің болуы, оның икемділігінің шегіне жақын. VXR-дың бес режимі қарастырылады және олардың өзара қыртысының коррозиясы жылдамдығына сипатталады. Бұл материалдар сәтті режимдері мынадай қазандық сумен қамтамасыз ету арқылы аралық коррозияға барабан қазандарды болдырмау мәселесін шешу үшін рұқсат етілген. Металды дұрыс таңдау өте маңызды, бұл таңдауды орнатудың су режимімен оңтайлы түрде біріктіру керек.

The article presents the results of research into ways to reduce intercrystalline corrosion of supercritical boilers of SKD units at a thermal power plant. Investigations of the causes of intergranular corrosion in superheater boilers on the example of 300 MW and 500 MW units are carried out. Experimental studies and industrial observations have established that intergranular fractures occur when the following conditions are combined: the presence of substances in the boiler water that determine its aggressiveness with respect to the metal, that is, the ability to cause intercrystalline cracking of steel; the presence of looseness in the seams and riveted joints of the boiler, that is, in places where a sharp increase in the concentration of salts can occur due to the self-vaporization of the boiler water; the existence of high tensile stresses in the metal, close to the limit of its fluidity. Five regimes of VXR are considered and their effect on the rate of intergranular corrosion is described. The resulted materials have allowed to solve successfully a problem on prevention of intercrystalline corrosion of drum-type boilers by the organization of the following modes of boiler water: salt-phosphate, lithium. The right choice of metal is of great importance, this choice should be combined optimally with the water regime of the installation.

ГРНТИ 87.53.13

**С. А. Глазырин¹, Н. С. Глазырина², В. Т. Станевич³,
Аль-Аят Жаксылыкулы⁴**

¹к.т.н., и.о. доцента, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана, 010000, Республика Казахстан;

²доктор PhD, и.о. доцента, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана, 010000, Республика Казахстан;

³к.т.н., профессор, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

⁴магистрант, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана, 010000, Республика Казахстан

e-mail: ¹glan-sergey@yandex.ru

УТИЛИЗАЦИЯ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ КАЗАХСТАНА

В статье приведены результаты научно-исследовательской работы по анализу технологий утилизации золошлаковых отходов тепловых электростанций Казахстана. В РК ежегодный выход золы и золошлаковых смесей при сжигании углей составляет около 19 млн.т, а в золоотвалах к настоящему времени накоплено более 400 млн.тонна отходов. Проведены исследования по физическому и химическому анализу состава золошлаковых отходов золоотвалов Казахстана. Выполнен спектральный анализ золы. При переработке золошлаковых отходов эффективно получение: сухих золоклинкерных и бесклинкерных вяжущих; мелкодисперсного и крупнозернистого песка; многофракционного щебня на основе дробленого шлака; сухих строительных и бетонных смесей; подстилающих сухих подсыпок под покрытия автодорог из монолитного бетона; зольной микросферы многоцелевого использования; удобрений для сельского хозяйства.

Ключевые слова: утилизация, шлак, зола, тепловая электростанция.

ВВЕДЕНИЕ

В Казахстане в настоящее время работают 32 тепловые электростанции на твердом топливе. Основными техногенными отходами ТЭС и ГРЭС являются золошлаки и дымовые газы. Выход золошлаковых отходов зависит от вида топлива и составляет для бурых углей 10–15 %, каменных 30–40 %.

В РК ежегодный выход золы и золошлаковых смесей при сжигании углей составляет около 19 млн.т, а в золоотвалах к настоящему времени накоплено более 400 млн.т отходов. Используется и перерабатывается при этом около 2 млн.тонн в год) [1].

Серьезную проблему вблизи ТЭС представляет складирование золы и шлаков. Для этого требуются значительные территории, которые долгое время не используются, а также являются очагами накопления тяжелых металлов. Угольные золоотвалы также оказывают значительное влияние на природно-территориальные комплексы (ПТК). Их воздействие осуществляется через рассеивание золы ветром, фильтрацию вод сквозь стенки и дно золоотвалов, а также в результате предусмотренных сбросов осветленных вод, частичный сброс которых происходит при мокром золоудалении. Кроме влияния на ПТК, пылящие золоотвалы ухудшают гигиеническую обстановку на прилегающих территориях, уменьшают производственный ресурс машин, механизмов, а иногда – и сельскохозяйственных угодий.

Сжигаемые угли, являясь природными сорбентами, содержат примеси многих ценных элементов, включая редкоземельные и драгметаллы. При сжигании их содержание в золе возрастает в 5–6 раз и может представлять промышленный интерес.

Однако это не решает проблему полной утилизации всех отходов, поскольку после извлечения из них данных продуктов снова образуются огромные количества переработанных отвалов. Широкое применение этих отходов для производства строительных материалов – цемента, силикатных материалов, бетонов различного назначения, стеновой керамики, пористых заполнителей, волокнистых материалов и других даст большой эффект, так как позволит полностью ликвидировать золошлакоотвалы.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Золошлаковые отходы угольных ТЭС являются качественным и дешевым минеральным сырьем. Они могут быть широко использованы в строительстве и производстве строительных материалов. При этом использование ЗШО снижает себестоимость производства основных строительных материалов (таких как цемент, сухие строительные смеси, бетон, строительные растворы, стеновые бетонные и пенобетонные блоки, кирпич, тротуарная плитка, элементы благоустройства) самое меньшее на 15–20 %.

Применение ЗШО в земляном полотне автомобильных дорог способствует снижению себестоимости работ и изменению качества местных грунтов с неблагоприятными свойствами.

ЗШО могут использоваться в сельском хозяйстве, при извлечении природных ресурсов, в качестве изолирующего материала на полигонах

твердых бытовых отходов, для тушения скрытых очагов площадных пожаров и заполнения горнорудных выработок при рекультивации отработанных карьеров.

В Германии и Дании применение ЗШО в производстве строительных материалов достигло практически 100 % их годового выхода, при этом в Германии вообще запрещено иметь золошлакоотвалы. До 50–70 % годового выхода ЗШО используют в США, Великобритании, Польше, Китае. Изменения, внесенные в законодательство Индии, привели к повышению в стране объемов утилизации ЗШО с 29,6 % годового выхода в 2003–2004 годах до 53 % в 2007–2008 годах, что составило около 70 млн. тонн в год.

Золы и шлаки ТЭС образуются при сжигании антрацита, каменного и бурого угля и горючих сланцев. Зольность топлива зависит от количества содержащихся в нем минеральных примесей и составляет для угля 15–42 %, для горючих сланцев 40–65 % [2].

В процессе сжигания твердого топлива образуются следующие вторичные продукты:

- зола-унос – тонкодисперсный материал, образующийся из минеральной части сжигаемого топлива и улавливаемый из дымовых газов ТЭС специальными устройствами. Размер частиц золы-уноса колеблется от 3–5 до 100–150 мкм. Количество более крупных частиц обычно не превышает 10–15 %. Средняя плотность золы-уноса составляет 2...2,5 г/м³, насыпная плотность – 0,5...0,8 г/см³;

- шлак – агрегированные и сплавившиеся частицы размером от 0,15 до 30 мкм;

- золошлаковая смесь – механическая смесь золы-уноса и шлаков [3].

Минеральная часть твердого топлива включает глинистые минералы, слюды, кварц, полевые шпаты, сульфиды железа, оксиды и гидроксиды железа, карбонаты кальция, магния и др. В процессе сжигания компоненты минеральной части изменяются, взаимодействуют друг с другом и образуют различные соединения, которые обуславливают образование зол и шлаков переменного химического и минерального состава в зависимости от температуры сжигания топлива и состава его минеральной части.

Глинистые минералы и слюды, содержащиеся в топливе, при сжигании последовательно дегидратируются (теряют воду) и аморфизируются, т.е. переходят из кристаллического состояния в аморфное. Аморфизация происходит в результате деформации и разрушения кристаллической решетки минерала при нагревании.

Изменение глинистых компонентов топлива при сжигании можно проследить на примере каолинита, как наиболее распро-страненного в природе глинистого минерала. При нагревании каолинита ($Al_2O_3 \cdot x \cdot 2SiO_2 \cdot x \cdot 2H_2O$) до

550...700 °С происходит его дегидратация до частично аморфизованного метакаолинита (Al₂O₃ x 2SiO₂). При температуре 850...1050 °С происходит перестройка кристаллической решетки метакаолинита с частичным отщеплением γ-Al₂O₃ и образованием твердого раствора SiO₂ и Al₂O₃. При температуре 900...1100 °С за счет взаимодействия ионов в твердой фазе кристаллизуются муллит (3Al₂O₃ x 2SiO₂) и крестобалит (SiO₂). При дальнейшем повышении температуры начинается спекание, а затем и плавление аморфизованного глинистого вещества.

Зерна кварца, находящегося в топливе, при сжигании почти не изменяются. Происходит лишь их растрескивание и оплавление. Значительно сильнее оплавляются зерна полевых шпатов. Соединения железа в процессе сжигания топлива переходят в гематит или магнетит. Карбонаты кальция и магния диссоциируют с образованием CaO и MgO и т.д.

Органическая часть исходного топлива в процессе сжигания теряет летучие компоненты и переходит в полукокс (не спекшиеся частицы) с последующим окислением до CO и CO₂. Из-за неравномерности температуры в топочном пространстве полнота этих превращений существенно различается и золы ТЭС могут содержать невыгоревшие органические остатки с различными свойствами.

Соотношение золы-уноса и шлаков определяется технологией сжигания топлива. В топках с твердым шлакоудалением в шлак переходит 10...20 % золы топлива, в топках с жидким шлакоудалением – 20–40 %, в циклонных топках – 85...90 % [3].

Характерной особенностью золы-уноса является наличие в ней остатков топлива; в зависимости от вида угля и методов его сжигания количество остатков топлива в золе-уносе колеблется от долей процента до 20 % и более. В топливных шлаках содержание остатков топлива не превышает 1 %. Химический состав золы-уноса в значительной степени зависит от состава минеральной части топлива, а содержание в ней горючих веществ – от режима сжигания топлива на теплоэлектростанциях.

Различают золы пылевидного и слоевого сжигания. Первые образуются при более высокой температуре, содержат меньше несгоревшего топлива, имеют большую однородность химического состава, чем вторые.

Золы и шлаки от сжигания углей и антрацитов по химическому составу представлены в основном SiO₂ и Al₂O₃. Содержание CaO обычно не превышает в них 5 %. Основную массу топливных зол составляют именно такие золы [4].

В таблице 1 приведен усредненный химический состав (макрокомпоненты) золошлаковых отходов, полученных при сжигании углей некоторых месторождений на ТЭЦ Казахстана.

Таблица 1 – Химический состав ЗШО (макрокомпоненты)

Наименование месторождений и ТЭЦ	Содержание, %								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O
Экибастузская ГРЭС-1 экибастузский уголь	52,3	25,7	5,26	1,53	0,4	–	1,68	0,03	0,6
Экибастузская ГРЭС-2 экибастузский уголь	57	22,3	2,8	1,6	0,9	–	1,72	0,3	0,2
Павлодарская ТЭЦ экибастузский уголь	54,14	28,3	7,47	1,14	0,55	1,48	0,62	0,4	0,2
Карагандинская ТЭЦ карагандинский уголь	60,2	25,5	5,85	3,65	1,05	0,95	0,8	1,65	1,06
Алматинская ТЭС Куучекинский уголь	56,5	25,6	2,39	2,17	0,45	0,93	0,48	0,2	–
Семипалатинская ТЭЦ Кузнецкий уголь	55,3	17,3	3,2	3,03	1,86	1,4	0,29	1,86	0,72
Усть-Каменогорская ТЭЦ Кузнецкий уголь	56,9	18,8	3,2	3,59	2,12	1,44	0,37	2,6	0,8

В таблицах 2, 3, 4 представлен спектральный анализ золы, физические характеристики и химический состав золы полученной из Экибастузского угля.

Таблица 2 – Спектральный анализ золы

Элемент	Концентрация, %		
	Лежалая зола	Зола текущей пробы	Зола с эл. фильтров
Ga	0,001	0,002	0,003
Ge	<0,0002	<0,0002	0,005
Zr	0,02	0,03	0,05
Ag	0,00002	0,00002	0,00005
Cu	0,005	0,005	0,005
Pb	0,001	0,0025	0,005
Zn	0,007	0,015	0,02
Ni	0,0025	0,003	0,003
Co	0,0015	0,002	0,0025

Таблица 3 – Физические характеристики золы

№ п/п	Показатели	Ед. измерения	Значения	
			Лежалая зола	Свежая зола
1	Плотность	г/см ³	1,97	2,18
2	Насыпной вес	г/см ³	0,94	1,24
3	Пористость	%	52,3	43,1

4	Угол естественного откоса	градус	22°21	24°36
5	Влажность	%	0,9	0,5

Таблица 4 – Химический состав золы

Наименование	Содержание, %										
	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	MnO ₂	S
Лежалая зола	23,41	45,79	2,8	2,5	0,47	0,61	0,11	0,57	14,1	0,24	0,06
Свежая зола	22,29	43,27	3,64	3,0	0,65	0,84	0,12	0,53	19,1	0,44	0,02
Зола с фильтров	24,84	50,81	3,08	2,4	1,25	1,26	0,16	0,89	4,66	0,095	0,29

Нормативные требования к химическому составу зол ТЭС призваны обеспечить надлежащую прочность и долговечность бетона. Верхний предел содержания SO₃ (≤ 3 %) в золах ограничен требованиями сульфатостойкости. Для обеспечения равномерности изменения объема при твердении вяжущего с золой содержание свободного CaO не должно превышать 2...5 % в зависимости от вида золы, а MgO – 5 %. Суммарное содержание Na₂O и K₂O в золах должно быть менее 1,5...3 % (в зависимости от вида исходного угля) во избежание возможных деформаций при их реакции с заполнителями.

Стандарты ограничивают также нижний предел содержания SiO₂ – 40 %, либо SiO₂ + Al₂O₃ + Fe₂O₃ – 50...70 % (в зависимости от вида золы), от которых в значительной степени зависит активность золы [5].

В зависимости от вида углей и условий их сжигания в золах может содержаться 0,5...20 % и более несгоревших частиц топлива. Они считаются вредными примесями, ухудшающими важнейшие технические свойства бетонов с золой. Содержание остатков топлива оценивается по потерям при прокаливании пробы золы при 1000 °С. Стандарты устанавливают допустимое содержание органических остатков в золах в зависимости от вида исходного угля (антрацит, каменный или бурый уголь), вида бетона (тяжелый, легкий), вида бетонной конструкции (армированная, неармированная). По этим признакам допустимое содержание органических остатков колеблется в бурогольных золах в пределах 2...5 %, в каменноугольных – 3...10 %, в антрацитовых – 5...20 %.

Топливные остатки в шлаках практически отсутствуют, в отдельных случаях их содержание достигает 1 % [5].

ВЫВОДЫ

На многоресурсных модульных заводах можно получать следующие сухие золошлакопродукты высокой потребительской стоимости:

– сухие золоклинкерные и бесклинкерные вяжущие на основе кислых, ультракислых и высокоосновных зол;

– мелкодисперсный песок на основе рассева золы из форкамер и мелко-, средне-, крупнозернистый песок, многофракционный щебень на основе дробленого шлака;

– сухие строительные и бетонные смеси различного назначения;

– удобрения для сельского хозяйства и раскислители кислых почв на основе высококальциевых зол углей;

– подстилающие сухие подсыпки под покрытия автодорог из монолитного бетона из высококальциевых зол, обладающих гидратационной теплоемкостью и изготовление одноразовых нагревателей различного назначения для бытовых, производственных нужд и МЧС;

– зольная микросфера многоцелевого использования.

При производстве портландцемента добавляют до 15 % золошлака, в пуццолановый до 25–40 %. Введение золы в цемент снижает его прочность в начальные сроки твердения, а при длительных сроках твердения прочность цементов с золой становится более высокой.

Одним из наиболее перспективных направлений утилизации золошлаковых отходов является производство из них пористых заполнителей для легких бетонов. Мелкий заполнитель заменяется золой. В качестве крупных заполнителей применяют щебень из топливных шлаков, аглопорит на основе золы, зольный обжиговый и безобжиговый гравий и глинозольный керамзит.

Топливные шлаки и зола являются сырьем для производства искусственного пористого заполнителя – аглопорита. При обычной технологии его получают в виде щебня. Разработаны также технологии производства аглопоритового гравия из золы, глинозольного керамзита и зольного гравия. Глинозольный керамзит получают вспучиванием и спеканием в печах гранул, сформованных из смеси глины и золы. Разработаны технологии производства обжигового и безобжигового зольного гравия, позволяющие использовать практически любые золы, получаемые от сжигания различных видов углей.

Установлена эффективность введения золы до 20–30 % взамен цемента при изготовлении бетонов и растворов. Особенно целесообразно введение золы в бетон гидротехнических сооружений.

Золошлаковые отходы используют для производства силикатного кирпича, при этом расход извести снижается на 10–50 %, песка на 20–30 %. Такой кирпич имеет более низкую плотность, чем обычный.

Топливные зола и шлак применяются в качестве отошающих и выгорающих добавок в производстве керамических изделий на основе глинистых материалов, а также в качестве основного сырья для

изготовления зольной керамики. Зольная керамика характеризуется высокой кислотостойкостью, низкой истираемостью, высокой химической и термической стойкостью.

Из топливных золошлаков получают плавленные материалы: шлаковую пемзу и вату. Разработана технология производства высокотемпературной минеральной ваты методом плавки в электродуговой печи. Этот материал используется для изоляции поверхностей с температурой до 900–1000 °С. Также возможно получение стекол, архитектурно-строительных изделий и облицовочных плиток.

В дорожном строительстве золошлаковые отходы используют как засыпку при устройстве оснований при приготовлении асфальтобетонных покрытий.

Золу используют также в качестве наполнителей для производства мастик рулонных кровельных материалов.

Из золы Экибастузского месторождения можно получить глинозем, а из отходов производства глинозема – цемент. Бетон, на основе этого цемента, обладает высокими показателями и набирает марочную прочность за одни сутки.

Применение золошлаков в сельском хозяйстве улучшает агрофизические свойства почвы, пополняет ее микро- и макроэлементный состав, улучшает пористость, нейтрализует кислотность, но при этом обязательно надо учитывать их радиационные, водомиграционные, общесанитарные и токсикологические показатели.

Средние общеказахстанские рыночные цены строительных материалов, в которых используются золошлаковые продукты составляют (по ценам 2015 года):

- цемент – 6500 тенге за 1 т;
- песок – 850 тенге за 1 м³;
- щебень – 1750 тенге за 1 м³;
- сухая смесь (кладочная и штукатурная) – 7500 тенге за 1 т.

Прибыль ТЭС от производства многопередельных золошлаковых продуктов может составить:

- при замене клинкерного вяжущего (цемента) на смешанное малоклинкерное зольное вяжущее – 2500 тенге на 1 т;
- то же бесклинкерное вяжущее на основе высокоосновных зол – 4000 тенге на 1 т;
- производство золошлакового песка – 400 тенге на 1 т;
- производство шлакового щебня – 1500 тенге на 1 т;
- производство сухих смесей на основе малоклинкерного и бесклинкерного вяжущего, шлакового песка и щебня с сушкой отходящими газами – 5000 тенге на 1 т.

Прибыль от снижения расходов на собственные нужды ТЭС, связанных со складированием ЗШО в золоотвалах (экологические платежи, эксплуатационные затраты) за счет отгрузки многопередельных золошлакопродуктов потребителям – 1500–2000 тенге за 1 т.

Возможная ежегодная прибыль энергетиков только от производства и использования многопередельных золошлакопродуктов в строительстве может составить около 135 млрд. тенге.

Продукция на основе золошлаков является источником инвестиций на техническое перевооружение ТЭС и покрытия экологических платежей на содержание золоотвалов [6].

Основные причины низкого уровня использования отходов тепловых электрических станций:

- недостаточность нормативной базы и целенаправленной политики в области использования природных инертных и техногенных материалов с целью сохранения экологического равновесия;
- недостаточное финансирование работ по созданию производств по утилизации ЗШО ТЭС;
- недостаточное внедрение результатов научно-исследовательских работ, накопленных в отечественной и мировой практике;
- техническая неподготовленность теплоэнергетических предприятий по первичному разделению и сортировке золо-шлаковых отходов, складированию их и выдаче потребителям;
- отсутствие отечественных производителей оборудования по производству товарной продукции с использованием золо-шлаковых отходов.

По технологии:

На основе анализа (сравнения) технико-экономических показателей различных технологий производства строительных материалов на первом этапе можно остановиться на следующих трех:

- использование ЗШО в дорожном строительстве;
- производство золокерамического и силикатного кирпича;
- использование для производства цемента и бетонных изделий

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Постановление Правительства Республики Казахстан от 30.09.2010 года № 1004 «Об утверждении Программы по развитию строительной индустрии и производства строительных материалов в Республике Казахстан на 2010–2014 годы».

2 Долгоров, А. В. Вторичные сырьевые ресурсы в производстве строительных материалов. Справочное пособие. – М. : «Стройиздат», 1990. – 455 с.

3 Грушевский, А. Е. Использование отходов различных отраслей промышленности в технологии производства строительных материалов. / Белгород, 1982. – 25 с.

4 Данилович, И. Ю., Сканин, Н. А. Использование топливных шлаков и зол для производства строительных материалов. – М. : «Высшая школа», 1988. – 70 с.

5 Пантелеев, В. Г., Ларина, Э. А., Мелентьев, В. А. и др. Состав и свойства золы и шлака ТЭС. Справочное пособие. – Л. : Энергоатомиздат, 1985. – 288 с.

6 Ахмедьянов, А. У., Киргизбаева, К. Ж., Туреханова, Г. И. Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, Казахстан. Вторичная переработка отходов (золослаков) промышленных предприятий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rusnauka.com/19_AND_2012/Tecnic/10_114203.doc.htm (Дата обращения 30.12.2012).

Материал поступил в редакцию 11.12.17.

С. А. Глазырин¹, Н. С. Глазырина², В. Т. Станевич³,
Аль-Аят Жаксылыкұлы⁴

Қазақстанда жылу электр станцияларынан күл мен қож қалдықтарын пайдалану

^{1,2,4}Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,
Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы;

³С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.

Материал 11.12.17 баспаға түсті.

S. A. Glazyrin¹, N. S. Glazyrina², V. T. Stanevich³, Al-Ayat Zhaksylykuly⁴

Utilization of ash and slag waste from thermal power plants in Kazakhstan

^{1,2,4}L. N. Gumilyov Eurasian National University,
Astana, 010000, Republic of Kazakhstan;

³S. Toraihyrov Pavlodar State University,
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.

Material received on 11.12.17.

Мақалада Қазақстан Республикасындағы жылу электр станцияларының күл және қож қалдықтарын кәдеге жарату

технологияларын талдау бойынша ғылыми-зерттеу жұмыстарының нәтижелері келтірілген. ҚР-да көмірді жағу кезінде күл мен күл-қож қоспасын жылы сайын өндіру 19 млн. тоннаны құрайды, ал күлдің қалдықтарынан қазіргі уақытта 400 млн. тоннадан астам қалдық жинақталған. Қазақстанда күл қожыстарының қалдықтары мен шлак қалдықтарын физикалық-химиялық талдау бойынша зерттеулер жүргізілді. Күлге спектрлік талдау жасалды. Күл мен қож қалдықтарын өңдеу кезінде: құрғақ золоклиндерлер мен қышқылдық байланыстырғыш байланыстырғыштар; ұсақ түйіршікті және ірі түйіршікті құм; ұсақталған қожға негізделген мультифракциялық қиыршық тас; құрғақ құрылыс және бетон қоспалары; монолитті бетоннан отетін жолдың қақпағының астында құрғақ астындағы асты сызып тастау; күлді көп мақсатты микросфера; ауыл шаруашылығы үшін тыңайтқыштар т.б тиімді болып табылады.

The article presents the research results of the analysis of technologies for utilization of ash and slag wastes of thermal power plants in Kazakhstan. In the RK, the annual output of ash and slag mixtures during coal burning is about 19 million tonnes, and to date, more than 400 million tonnes of waste have been accumulated in the ash dumps. Studies were carried out on the physical and chemical analysis of ash and slag wastes of ash dumps in Kazakhstan. Spectral analysis of ash is performed. When processing ash and slag waste, it is effective to obtain: dry ash clinker and non-clinker binders; fine-grained and coarse-grained sand; multifraction crushed stone based on crushed slag; dry building and concrete mixes; underlining dry under-pile under the cover of roads from monolithic concrete; ash multipurpose microsphere; fertilizers for agriculture.

С. А. Глазырин¹, Н. С. Глазырина², О. М. Мұхамбетқали³

¹к.т.н., и.о. доцента, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана, 010000, Республика Казахстан;

²доктор PhD, и.о. доцента, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана, 010000, Республика Казахстан;

³магистрант, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана, 010000, Республика Казахстан

e-mail: ¹glan-sergey@yandex.ru; e-mail: ²glazirinan@yandex.ru

**ОБОСНОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ТЭЦ-3
В АСТАНЕ НА ПРИРОДНОМ ГАЗЕ**

В статье приведены результаты анализа обоснования необходимости строительства ТЭЦ-3 в Астане с использованием природного газа. На сегодняшний день столица начинает испытывать дефицит в тепловой и электрической энергии. Строительство тепловой электростанции в Астане на природном газе обусловлено как экономическими и экологическими факторами, но главное – строительством газопровода Юг-Север. Актуальность строительства магистрального газопровода «САРЫ-АРКА» значительно возросла в связи с вводом в эксплуатацию магистрального газопровода «Бейнеу-Бозой-Шымкент», планируемым ростом добычи газа на месторождениях Западного Казахстана, а также вводом в промышленную эксплуатацию месторождения Кашаган, обеспечивающих благоприятные предпосылки для развития и расширения единой системы газопроводов. Протяженность МГ «САРЫ-АРКА» по территории областей составит: Кызылординская область – 178 км; Карагандинская область – 787 км; Акмолинская область – 428 км; Северо-Казахстанская область – 141 км.

Ключевые слова: газопровод, природный газ, тепловая электростанция.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день город Астана – город, который развивается и увеличивает количество жителей каждый месяц. Теплом Астану снабжают ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2, а также семь районных котельных. В Астане интенсивно ведется строительство жилья, производственных объектов малого и среднего бизнеса, расширение левого берега, всем этим сооружениям нужно тепло. В целях надежности электроснабжения и теплоснабжения города, а также

для покрытия дефицита в тепловой и электрической мощности, в Астане ведутся работы по модернизации существующих энергоисточников ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2. Но и этого не достаточно. На сегодня в столице нет лишней тепловой энергии, все вырабатываемое тепло расходуется на подключенные к системе теплоснабжения объекты. Поэтому в необходимости строительства ТЭЦ-3 не приходится сомневаться.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Строительство тепловой электростанции в Астане на природном газе обусловлено как экономическими и экологическими факторами, но главное – строительством газопровода Юг-Север.

В своем Послании народу Казахстана «Нұрлы жол – путь в будущее» Глава государства Н. А. Назарбаев особо подчеркнул необходимость развития транспортно-логистической, индустриальной и энергетической инфраструктуры, создания новых маршрутов поставок энергоресурсов. Ввод в эксплуатацию магистральных газопроводов «Казахстан-Китай» и «Бейнеу-Шымкент» являются значимым вкладом газотранспортной отрасли страны в реализацию энергетической независимости страны и повышения транзитного потенциала собственных ресурсов.

Актуальность строительства магистрального газопровода «САРЫ-АРКА» значительно возросла в связи с вводом в эксплуатацию магистрального газопровода «Бейнеу-Бозой-Шымкент», планируемым ростом добычи газа на месторождениях Западного Казахстана, а также вводом в промышленную эксплуатацию месторождения Кашаган, обеспечивающих благоприятные предпосылки для развития и расширения единой системы газопроводов.

Предпосылками для создания полноценной единой системы газопроводов, обеспечивающей поставку природного газа в г. Астану, центральные и северные области РК явились следующие реализованные проекты и возможности:

– Введенная в эксплуатацию газотранспортная система МГ «Бейнеу-Шымкент», соединившая западную и южную систему газопроводов, обеспечивает транзит газа до 5–10 млрд.м³ и в перспективе до 15,0 млрд.м³ в год;

– Строительство переемычки между МГ «Средняя Азия – Центр» и «Оренбург-Новопсков» с завершением реконструкции и модернизации МГ «САЦ» обеспечивает реверсную подачу карачаганского газа в южные регионы РК;

– Генеральной схемой газификации РК до 2030 года, утв. ППРК за № 1171 от 04.11.2014 г. предусмотрена газификация г. Астаны, центральных и северных регионов РК;

Протокольное поручение 1-го заседания Рабочей группы по вопросам развития газовой промышленности при МЭ РК от 26.08.2016 г.;

– Стабильное социально-экономическое развитие города Астаны и северных областей;

– Ежегодный рост объемов добычи природного газа, а также ожидаемый положительный баланс по объемам товарного газа до 2040 г с учетом жестких ограничений на сжигание попутного газа (в МЭ РК);

– Ввод в эксплуатацию месторождения Кашаган, к 2020 году максимальный уровень добычи нефти может составить 13 тыс.бар. в сутки;

– Очевидные преимущества перевода потребителей энергоресурсов на природный газ из-за его экологичности и конкурентоспособности, а также создания качественно новых условий для населения, проживающего в сельской местности и малоэтажной городской застройки.

На первом этапе были рассмотрены 2 принципиальных маршрута газопровода с присоединением от МГ «Бейнеу–Шымкент» в направлении г. Астана, Кокшетау, Петропавловск.

Вариант 1 – «Кызылорда–Астана–Кокшетау–Петропавловск» с перспективными отводами на Костанай и Павлодар.

Вариант 2 – «Саксаульск–Астана–Кокшетау–Петропавловск» с перспективными отводами на Костанай и Павлодар.

Анализ вариантов показал, что Вариант-1 является наиболее приемлемым с учетом технической возможности существующей и планируемой газотранспортной системы и ресурсов газа, а также принимая во внимание то, что строительство объектов газотранспортной и газораспределительной системы будет осуществляться поэтапно с привлечением инвестиционных средств, по которому эффективность инвестиций будет оцениваться комплексом затрат по каждому этапу. В целом данный вариант отличается меньшим объемом капитальных вложений и положительными финансовыми показателями.

Тогда как Вариант-2 отличается большей металлоемкостью системы в целом и требует значительных капитальных затрат уже на начальном этапе. На основании выполненных расчетов произведен выбор Варианта – 1.1 технических решений по диаметру и мощностям КС по критерию наименьших затрат, согласованный с Заказчиком.

Принципиальная схема магистрального газопровода – одноструйный стальной газопровод подземной прокладки диаметром 820 мм с глубиной заложения до верха трубы не менее 1,0 м. Расчетное (нормативное) давление 9,81 МПа.

Источником газа для транспортировки по проектируемому газопроводу служит существующий МГ «Бейнеу–Шымкент».

Присоединение газопровода «САРЫ–АРКА» к МГ «Бейнеу–Шымкент» осуществляется согласно техническим условиям ТОО «Газопровод Бейнеу – Шымкент» на присоединение проектируемого МГ «САРЫ–АРКА» к МГ «Бейнеу–Бозой–Шымкент».

На МГ «САРЫ–АРКА» предусмотрены газопроводы – отводы от магистрального газопровода до проектируемых автоматизированных газораспределительных станций (АГРС):

– на АГРС – «Жезказган» диаметром 219х6 мм протяженностью 5,4 км (врезка на 375 км участка МГ «Кызылорда–Астана»);

– на АГРС – «Караганда» диаметром 426х8 мм протяженностью 57,1 км (врезка на 810 км участка МГ «Кызылорда–Астана»);

– на АГРС – «Темиртау» диаметром 219х6 мм протяженностью 8,7 км (врезка на 880 км участка МГ «Кызылорда –Астана»);

– на АГРС – 1 «Астана» диаметром 426х8 мм, протяженностью 1,5 км (врезка на 1050 км участка МГ «Кызылорда – Астана»);

– на АГРС – 2 «Астана» диаметром 426х8 мм, протяженностью 6,0 км (врезка на 1081 км участка МГ «Кызылорда–Астана»);

– на АГРС – Кокшетау диаметром 219х6мм, протяженностью 2,0 км (врезка на 276 км участка МГ «Астана–Кокшетау»).

– на АГРС – «Петропавловск» диаметром 426х8 мм (врезка на 177 км участка МГ «Кокшетау–Петропавловск»).

Реализация проекта по строительству магистрального газопровода «САРЫ–АРКА» предусматривается с выделением четырех этапов, а в них –отдельных очередей строительства.

I – этап (2017–2020 гг.) – обеспечивает подачу природного газа для г. Астана, населенных пунктов Карагандинской и Акмолинской областей, в котором выделены две очереди строительства:

I – очередь строительства 2017–2018 гг.: со строительством линейной части МГ «САРЫ–АРКА» на участке «Кызылорда – Астана» протяженностью 1081 км с газопроводами-отводами на АГРС - 1 «Астана», АГРС-2 «Астана».

II – очередь строительства 2019–2020 гг.: Строительство инженерных систем на участке МГ«Кызылорда–Астана» и газопроводов – отводов на АГРС – «Жезказган», АГРС–«Караганда», АГРС – «Темиртау».

III – Этап (2022–2023 гг.) – обеспечивает подачу природного газа для г. Кокшетау и населенных пунктов Акмолинской области со строительством линейной части МГ «САРЫ–АРКА» и инженерных систем на участке «Астана–Кокшетау» протяженностью 276 км с газопроводом–отводом и АГРС–«Кокшетау».

IV – Этап (2024–2025 гг.) – обеспечивает подачу природного газа для г. Петропавловск и населенных пунктов Северо-Казахстанской области

со строительством линейной части МГ «САРЫ–АРКА» и инженерных систем на участке «Кокшетау – Петропавловск» протяженностью 177 км с газопроводом – отводом и АГРС–«Петропавловск».

IV – Этап (2028–2031 гг.): обеспечивает увеличение пропускной способности газотранспортной системы в целом с вводом КС, в котором выделены две очереди строительства:

I – очередь строительства 2028–2029 гг.: Строительство КС–«Жезказган» на участке МГ «Кызылорда–Астана»;

II – очередь строительства 2030–2031 гг.: Строительство КС–«Темиртау» на участке МГ «Кызылорда–Астана».

В административном отношении трасса проектируемого магистрального газопровода проходит по территории: Кызылординской области – Сырдарьинский и Шиелийский районы; Карагандинской области – Улытауский, Жанааркинский, Шетский, Бухар–Жырауский, Осакаровский районы; Акмолинской области – Аршалынский, Целиноградский, Шортандынский, Аккольский, Буландынский, Бурабайский, Зерендинский районы; Северо-Казахстанской области – Тайыншинский, Аккайынский, Кызылжарский районы.

Кызылординская область. Началом трассы принята врезка в существующий газопровод «Бейнеу–Шымкент» D 1000 на 988 км. Трасса газопровода от точки присоединения к действующему магистральному газопроводу «Бейнеу–Шымкент» на 988 км за КС – «Караозек» следует в северном направлении по территории Сырдарьинского и Шиелийского районов Кызылординской области вдоль автодороги А–17 «Кызылорда – Павлодар – Успенка – граница РФ» в направлении г. Жезказган. На 178 км трасса переходит на территорию Карагандинской области. На территории Кызылординской области трасса газопровода пересекает 1 дорогу местного значения (км. 52,8), на участке км 54,5–56,18–урочище Теликоль до км 54–73–земли лесного фонда.

Карагандинская область. По территории Карагандинской области в северном направлении вдоль автодороги А–17 «Кызылорда–Павлодар–Успенка–граница РФ» в направлении г. Жезказган, далее в восточном направлении в техническом коридоре с МН «Павлодар–Шымкент» от НПС «Борсенгир» до г. Темиртау. От Темиртау вдоль автодороги республиканского значения М–36 «Граница РФ–Алматы» в северо-западном направлении к г. Астана. Протяженность данного маршрута по Карагандинской области составляет около 787 км. На территории области трасса магистрального газопровода «Сарыарка» проходит параллельно существующей трассы магистрального нефтепровода «Павлодар–Шымкент» до границы Акмолинской области с пересечением территорий следующих районов Карагандинской области: Улытауский район, Жанааркинский район,

Шетский район, Абайский район, Бухар–Жырауский район, Осакаровский район.

Акмолинская область. Отличием варианта прокладки магистрального газопровода «Сарыарка» по территории Акмолинской области от ранее принятого маршрута МГ «Тобол–Кокшетау–Астана» является то, что принятый вариант имеет меньшую протяженность после исключения обводного маршрута вдоль западной границы города Кокшетау на II – Этапе.

Это решение отвечает тому, что согласно ранее разработанному проекту «Строительство магистрального газопровода «Запад – Север – Центр» был выбран вариант размещения АГРС с восточной стороны города в районе городского ТЭЦ, далее трасса газопровода ориентирована на север в направлении границы Северо–Казахстанской области. При этом ниже дается краткое описание трассы газопровода по территории Акмолинской в разрезе пересекаемых районов по этапам строительства, а именно: Аршалынский район (I Этап), Целиноградский район, Шортандынский район, Аккольский район, Буландынский район, Бурабайский район, Зерендинский район, Тайыншинского района Северо–Казахстанской области.

Северо-Казахстанская область (III Этап).

Протяженность 3-го участка по территории Северо–Казахстанской области составляет 141 км. На территории области трасса магистрального газопровода «САРЫ–АРКА» начинается с 36 км и прокладывается в северном направлении. Следуя параллельно а/дороге А–1 «Астана–Петропавловск» трасса магистрального газопровода проходит по территории Смирновского государственного природного заказника в районе сел Рублевка, Аралагаш, Астраханка, Чапаево и Трудовая Нива Аккайынского и Кызылжарского районов Северо–Казахстанской области со 108 км по 164 км, и идет до АГРС «Петропавловск» (177 км). Всего по данной трассе ожидается пересечений: 8 с автодорогами областного значения, 4 пересечение с водными преградами, 12 пересечений с ВЛ до 110 кВ, 8 – с ВЛ 110 кВ и выше, 8 пересечений с кабелем связи, пересечение с лесным фондом, в том числе: Тайыншинский район, Аккайынский район, Кызылжарский район.

ВЫВОДЫ

Таким образом, протяженность МГ «САРЫ–АРКА» по территории областей составляет:

– по территории Кызылординской области (Сырдарьинский и Шиелийский районы) – 178 км;

– по территории Карагандинской области (Улытауский, Жанааркинский, Шетский, Бухар–Жырауский, Осакаровский районы) – 787 км;

– по территории Акмолинской области (Аршалынский, Целиноградский, Шортандынский, Аккольский, Буландынский, Бурабайский, Зерендинский районы) – 428 км;

– по территории Северо-Казахстанской области (Тайыншинский, Аккайынский, Кызылжарский районы) – 141 км.

Материал поступил в редакцию 11.12.17.

S. A. Glazyrin¹, N. S. Glazyrina², O. M. Muxambetkali³

Астана қаласындағы табиғи газға арналған ЖЭО-3 құрылысының негіздемесі

^{1,2,3}Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,
Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы.
Материал 11.12.17 баспаға түсті.

S. A. Glazyrin¹, N. S. Glazyrina², O. M. Muhambetkali³

Substantiation of construction of CHPP-3 on natural gas in Astana

^{1,2,3}L. N. Gumilyov Eurasian National University,
Astana, 010000, Republic of Kazakhstan.
Material received on 11.12.17.

Табиғи газды пайдаланып Астана ЖЭО-3 құрылысы негіздемесіне талдау нәтижелері келтірілген. Бүгінгі таңда Астана қаласы жылу және электр энергиясының тапшылығын сезіне бастады. Оңтүстік-Солтүстік газ құбырының құрылысы – экономикалық және экологиялық екі факторларға байланысты Астана қаласындағы ЖЭС құрылысы табиғи газ бойынша негізделген. Жоспарланғандай «Бейнеу–Бозой–Шымкент» магистральдық газ құбыры пайдалануға берілуіне, Батыс Қазақстан кен орындарында газ құбырларын арттыруына, сондай-ақ Қашаған кен орнында газ құбырларын дамыту және кеңейту бірыңғай жүйесін енгізінуіне байланысты «Сары–Арқа» магистральдық газ құбыры құрылысының өзектілігі айтарлықтай дамуда. Облыс бойынша «САРЫ-АРҚА» магистральдық газ құбырының құрылысы: Қызылорда облысы – 178 км; Қарағанды облысы – 787 км; Ақмола облысы – 428 км; Солтүстік Қазақстан облысы – 141 км ұзындығын құрайды.

The article presents the results of the justification analysis for the construction of CHPP-3 in Astana using natural gas. To date, the capital is beginning to experience a shortage of thermal and electrical energy.

The construction of a thermal power plant in Astana on natural gas is due to both economic and environmental factors, but most importantly – the construction of the South-North gas pipeline. The urgency of the construction of the Sary-ARKA magistral gas pipeline has significantly increased in connection with the commissioning of the Beineu-Bozoy-Shymkent trunk gas pipeline, planned by the increase in gas production in the fields of Western Kazakhstan, as well as the commissioning of the Kashagan field providing favorable prerequisites for the development and expansion of a unified gas pipeline system. The length of MG «SARY-ARKA» over the territory of the regions is as follows: Kyzylorda region – 178 km; Karaganda region – 787 km; Akmola region – 428 km; North-Kazakhstan oblast – 141 km.

Н. Г. Джумагулова¹, М. М. Абдуманова²

¹руководитель, Лаборатория аналитических исследований и организационного обеспечения НИР, 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 аттестации производственных объектов по условиям труда, РГКП «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан», г. Астана, 010000, Республика Казахстан e-mail: ¹7527261@mail.ru, ²abdumanova.m@miiot.kz

**АНАЛИЗ НОРМАТИВНЫХ ПРАВОВЫХ АКТОВ,
ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ РЕГУЛИРОВАНИИ ЗАНЯТОСТИ
ЖЕНЩИН В ТЯЖЕЛЫХ, ВРЕДНЫХ И ОПАСНЫХ
УСЛОВИЯХ ТРУДА В СТРАНАХ ЕАЭС**

В настоящей статье представлены результаты аналитических исследований, направленных на совершенствование механизма регулирования труда женщины во вредных условиях труда в Республике Казахстан.

Представлены исторические предпосылки законодательного ограничения занятости женщины, уходящие корнями в период становления СССР.

Освещены результаты анализа правовых и административных барьеров для занятости женщины и ограничений, связанных с трудоустройством женщины в различных отраслях экономики, посредством применения списков и перечней в странах Евразийского экономического союза.

Предложен комплекс мероприятий, направленных на максимальное достижение основных направлений положений Конвенций МОТ, ратифицированных Казахстаном в части уменьшения разницы в оплате труда мужчин и женщин, одной из причин которой является законодательно закрепленные ограничения трудоустройства женщины на отдельные профессии и виды работ.

Ключевые слова: труд женщины, условия труда, список, репродуктивный возраст.

ВВЕДЕНИЕ

В рамках реализации стратегического направления Концепции «Гендерное равенство в экономике», запланировано проведение исследований, направленных на реформирование законодательства по регулированию труда женщин во вредных условиях труда и внедрении новых подходов в реализации трудовых прав женщин на достойный труд в безопасных условиях.

По поручению Президента Республики Казахстан Н. Назарбаева была разработана и утверждена Указом Президента Республики Казахстан от 6 декабря 2016 года № 384 «Концепция по гендерной и семейной политике в Республике Казахстан до 2030 года».

Данные реформы планируется осуществлять в соответствии с принципами, заложенными в Венской Конвенции ООН от 18 декабря 1979 года «О ликвидации всех форм дискриминации в отношении женщин», Конвенции Международной организации труда № 111 «О дискриминации в области труда и занятий» [1].

С этой целью разработаны предложения по реформированию трудового законодательства Республики Казахстан в части занятости женщин во вредных и (или) опасных условиях труда

Применяемые ограничения при трудоустройстве женщин, отражаются на их потенциальных заработках. Кроме того, могут негативно сказываться на компаниях и общей конкурентоспособности экономики страны, поскольку резерв квалифицированных кандидатов на вакантные должности искусственно сокращается вдвое, что снижает вероятность найма наиболее компетентных специалистов.

Республиканским научно-исследовательским институтом по охране труда МТСЗН РК в 2017 году проведена аналитические исследования в рамках выполнения государственного задания.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В целях всестороннего изучения нормативных правовых актов, действующих и применяемых в области охраны труда, проанализированы. Нормативно-правовые акты Российская Федерация, Республика Беларусь, Киргизская Республика и Республика Казахстан, входящих Евразийского экономического союза (далее – ЕАЭС).

СССР. Анализ показал, что уже в своих первых постановлениях Наркомтруд СССР уделил значительное внимание вопросам охраны труда женщин и малолетних. В 1925 г. НКТ СССР принимает Постановление «О запрещении женского труда на особо вредных и тяжелых работах». В нем, в частности, в отмену всех ранее изданных постановлений о запрещении женского

труда в отдельных производствах и профессиях (в т. ч. соответствующих статей обязательных постановлений по технике безопасности и промышленной санитарии) говорилось о запрете применения женского труда на работах, перечисленных в «Списке особо вредных работ, к которым не допускаются женщины» и на работах, требующих тяжелого физического напряжения.

Сам список особо вредных работ, к которым не допускались женщины, был достаточно обширным.

Немного позже Наркомтруд СССР своим Постановлением от 14 августа 1932 года № 145 «О предельных нормах переноски и передвижения тяжести взрослыми женщинами» определил нормативные величины массы переносимого женщинами груза [2–3].

Далее, для защиты женщин Постановлением Совета Министров СССР № 839 «О мероприятиях по замене женского труда на подземных работах и в горнодобывающей промышленности и на строительстве подземных сооружений» от 13 июля 1957 г. был введен запрет на применение женского труда в данной отрасли промышленности, кроме женщин-руководителей; женщины, занимающиеся санитарным и бытовым обслуживанием; проходящих курс обучения и стажировки в подземных частях предприятия; женщины-враче, геологов, инженеров и т. д.

В 60–х гг. прошлого века ученые, статистики и врачи СССР обратили внимание на снижение рождаемости в стране, чрезмерную загруженность женщин в народном хозяйстве и в сфере быта и, как следствие этого, ухудшение здоровья самих женщин и новых поколений. В связи с этим возникла необходимость пересмотра нагрузок на женщину на производстве. Поэтому, проявляя заботу о женском труде, в дальнейшем периодически снижались предельные нагрузки при переноске тяжестей женщинами.

Так, 25 апреля 1978 г. было принято Постановление Совета Министров СССР и ВЦСПС «О дополнительных мерах по улучшению условий труда женщин, занятых в народном хозяйстве», которое предусматривало в этом направлении ряд мер, в числе которых новый Список запрещенных для применения труда женщин работ с вредными и тяжелыми условиями, дополненный видами работ до 550. Это были именно те работы, которые с точки зрения медицины противопоказаны для организма женщин, его материнской функции [4].

В Списке учитывались санитарно-гигиенические факторы условий труда: специфическое действие вредных химических веществ, пыль в воздухе рабочей зоны, вибрация, шум, воздействие высоких и низких температур, облучение, вынужденное ненормальное положение тела, часто повторяющееся, длительное давление инструмента или детали на область живота и груди, физические перегрузки и т.д., воздействие которых может привести к нарушению детородных функций организма женщин фертильного возраста [3].

В течение трех лет после принятия, указанного выше постановления, все женщины СССР были выведены с тяжелых работ. Они были трудоустроены на другие рабочие места, в случае необходимости прошли переобучение, переквалификацию с сохранением за это время прежней средней заработной платы. Им был предоставлен и ряд других льгот.

На протяжении своего существования список особо тяжелых и вредных работ и профессий, к которым не допускаются женщины, неоднократно изменялся и по большей части дополнялся с формулировкой «в целях улучшения труда женщин, занятых в народном хозяйстве, и охраны их здоровья».

Именно, исходя из такой позиции, до сегодняшнего дня в странах ЕАЭС действует практика ограничения применения труда женщин в отдельных видах работ.

В материале, представленном далее, более подробно проанализировано нормативное регулирование вопроса занятости женщин в тяжелых, вредных и опасных условиях труда в государствах – членах ЕАЭС.

Россия. Регламентация вопросов занятости женщин в Российской Федерации (далее – РФ), имеют конституционно закрепленные равные с мужчинами права на труд, но требования к условиям и видам труда женщин должны корректироваться с учетом анатомо-физиологических особенностей их организма. В соответствии с Трудовым кодексом РФ, необходимо предотвратить негативные последствия применения труда женщин в условиях производства, создать гигиенически безопасные условия труда с учетом особенностей их организма, сохранить здоровье работающих женщин на основе комплексной оценки вредных факторов производственной среды и трудового процесса.

Трудовое законодательство содержит специальные нормы, направленные на охрану труда и здоровья женщин, которые изложены в главе 41 Трудового кодекса РФ «Особенности регулирования труда женщин, лиц с семейными обязанностями» [5]. Статья 253 ТК РФ содержит ограничение на применение труда женщин на тяжелых работах и работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на подземных работах (кроме выполнения нефизических работ или работ по санитарному и бытовому обслуживанию).

Постановлением Правительства РФ от 25 февраля 2000 г. № 162 утвержден перечень тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда женщин, который состоит из 456 работ, который сгруппирован по отдельным отраслям и видам работ [6].

При этом отмечено, что работодатель все же может принимать решение о применении труда женщин на работах (профессиях, должностях), включенных в Перечень, но при условии создания безопасных условий труда, подтвержденных результатами специальной оценки условия труда, а также

при положительном заключении государственной экспертизы условий труда и службы госсанэпиднадзора субъекта РФ. Таким образом, абсолютного запрета применения труда женщин на указанных в Перечне видах работ не установлено, но ограничено его применение до устранения на конкретном рабочем месте производственных факторов, вредных для женского организма.

Кроме того, в целях обеспечения здоровья и безопасности условий труда для женщин, работающих в организациях любых организационно-правовых форм и видов собственности, постановлением Совета Министров – Правительства РФ от 06.02.1993 № 105 «О новых нормах предельно допустимых нагрузок для женщин при подъеме и перемещении тяжестей вручную», утверждены соответствующие нормы. В заключаемом на уровне организации коллективном договоре или в заключаемых непосредственно с самими работниками трудовых договорах могут быть только предусмотрены расширение ограничений на применение труда на других работах, а также снижение предельных норм нагрузок. За нарушение требований законодательства об ограничении применения труда женщин на отдельных видах работ работодатели или иные уполномоченные лица администраций могут быть привлечены к административной ответственности [7].

На сегодняшний день, РФ лидер по количеству ограничений для трудовой деятельности женщин среди стран ЕАЭС.

Содержание Перечня, утвержденного в 2000 году, не менялось с 1978 года, несмотря на то, что с развитием техники и технологии условия труда изменяются, вредные производственные факторы исчезают либо их воздействие ослабляется настолько, что становится безопасным для репродуктивного здоровья женщины [8].

В связи с возрастающим общественным мнением о необходимости пересмотра перечня и рекомендациями МОТ, Министерство труда РФ планирует пересмотреть список тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, на которых запрещено трудиться женщинам. При этом, ведомство уточняет, что пересмотр будет вестись на предмет сокращения списка.

Беларусь. Труд женщин действующее национальное законодательство Республики Беларусь (далее – РБ) регулирует.

На основании статьи 262 Трудового кодекса РБ устанавливает запрет на применение труда женщин на тяжелых работах и на работах с вредными условиями труда, а также на подземных работах, кроме некоторых подземных работ. В соответствии с названной статьей постановлением Совета Министров РБ от 26 мая 2000 г. № 765 утвержден «Список тяжелых работ и работ с вредными условиями труда, на которых запрещается применение труда женщин». Согласно данного Списка 252 профессии недоступны женщинам.

Профессии из списка, как правило, относятся к химической, горнодобывающей, кожевенной и тяжелой промышленности, а также на подземных работах (кроме нефизических работ или работ по санитарному и бытовому обслуживанию) [9]. Нормы подъема и перемещения тяжестей женщинами вручную утверждены постановлением МТ РБ от 8 декабря 1997 г. № 111.

Несмотря на это, проблема охраны труда и здоровья женщин в республике является актуальной, так как они в общей численности работающих составляют около 53 %. Причем 2/3 из них находятся в репродуктивном возрасте. Сегодня около 130 тыс. женщин заняты на работах с неблагоприятными условиями труда. Многие химические, биологические и физические факторы производственной среды оказывают негативное воздействие на женский организм. Особенно опасен контакт работающих женщин с вредными веществами и физическими факторами в период беременности, так как в это время значимость воздействия производственных факторов на организм существенно возрастает [10].

В 1999 г. в Беларуси впервые разработаны и введены в действие СанПиН 9–72–98. Далее, в 2011 году данный документ был переутвержден постановлением Министерства здравоохранения РБ от 11 августа 2011 г. № 360 в виде Санитарных норм и правил «Требования к условиям труда женщин» и тем же постановлением утвержден Гигиенический норматив «Допустимые показатели факторов производственной среды и трудового процесса для женщин».

Целью этих документов является предотвращение негативных последствий применения труда женщин в условиях производства, создание гигиенически безопасных условий труда с учетом анатомо-физиологических особенностей их организма, сохранение здоровья работающих женщин на основе комплексной гигиенической оценки вредных факторов производственной среды и трудового процесса.

В этих документах детально установлены требования к условиям труда женщин, в том числе и в период беременности.

Наиболее детально особенности и регламентация труда женщин рассмотрены в Методических рекомендациях «Регламентация труда и рациональное трудоустройство женщин в период беременности», утвержденных Министерством здравоохранения РБ от 10.02. 1998 г. № 116–9711.

В 2014 году в рамках исполнения обязательств ликвидации дискриминации в отношении женщин в РБ список запрещенных для женщин профессий был пересмотрен и сокращен почти на треть, до 181 (в предыдущем списке их было 252 наименования). В ходе пересмотра были сняты ограничения на применение труда женщин в ряде работ в горнодобывающей промышленности. Также из списка были исключены

виды работ, которые более не применяются в стране, а также были учтены изменения в наименованиях профессий и должностей. Уменьшение числа позиций в списке запрещенных для женщин работ способствовало не только расширению возможностей трудоустройства женщин, но и повышению их зарплаты [11]. Таким образом, виды работ с вредными и (или) опасными условиями труда, на которых запрещается привлечение к труду женщин, были сгруппированы по общему признаку и объединены в четыре группы.

Киргизия. Действующий механизм регулирования труда женщин в тяжелых, вредных и (или) опасных условиях труда в Кыргызской Республике (далее – КР) регламентирует статья 303 Трудового Кодекса КР. На оснований которой запрещается применение труда женщин на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на подземных работах, кроме нефизических работ или работ по санитарному и бытовому обслуживанию, а также на работах, связанных с подъемом и перемещением вручную тяжестей, превышающих предельно допустимые для них нормы.

В республике действует Перечень производств, работ, профессий и должностей с вредными и (или) опасными условиями труда, на которых запрещается применение труда женщин, и предельно допустимые нормы нагрузок для женщин при подъеме и перемещении тяжестей утвержденный постановлением Правительства КР от 24 марта 2000 года № 158 (с изменениями и дополнениями от 17.06.2005 г. и 27.09.2012 г.).

Кроме того, применение труда женщин запрещается на работах, где производственные факторы по критериальной оценке, химические вещества и соединения превышают предельно допустимые концентрации (уровни, дозы (в дальнейшем ПДК, ПДУ, ПДД)) на рабочих местах и суммарная занятость на них составляет свыше 50 процентов рабочего времени.

Перечень, действующий в данном государстве, отличается от аналогичного, действующего в описанных выше республиках. При пересмотре в 2000 году вид и подача информации были изменены.

Так, наименование профессий и должностей приведены в алфавитном порядке без разбивки и уточнения отраслевой принадлежности, но с указанием кода по ОКПДТР. Уточнением, практически к каждой профессии, приведены так называемые «виды работ», что в большей степени можно отнести к характеристикам, к примеру «на горячих работах», «ручная загрузка», «работы, связанные с растворением хлора» и т.п. Данная работа была проведена в целях конкретизации, что упрощает использование Списка.

В настоящее время Перечень запрещенных для женщин Кыргызской Республики содержит 402 наименования профессий.

Казахстан. Механизм регулирования труда женщин в тяжелых, во вредных и (или) опасных условиях труда в Республике Казахстан

(далее – РК) закреплен Конституцией РК, Трудового кодекса РК, а также другими нормативными правовыми актами в этой сфере, которые содержат достаточно широкую систему трудовых льгот для женщин и лиц с семейными обязанностями. Запрет дискриминации, в том числе в сфере труда, является общепризнанным принципом права и получил свое закрепление в международных нормативных правовых актах, таких, как Всеобщая декларация прав человека, Европейская социальная хартия и т.д. Запрещению дискриминации посвящены также статьи ТК РК.

Тем не менее, Трудовым законодательством РК установлены определенные ограничения на труд женщин, которые не являются дискриминацией женщин, а имеют цель оградить женщину от неблагоприятных воздействий на ее здоровье, а, в конечном счете на такую функцию, как материнство.

В этой связи, согласно статье 26 Трудового кодекса РК запрещается применение труда женщин на тяжелых работах, работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также подъем и перемещение вручную женщинами тяжестей, превышающих установленные для них предельные нормы.

Аналогично, рассмотренным выше практикам осуществления ограничений занятости женщин на вредных производствах, в Казахстане действует Список, который содержит 287 видов профессий и специальностей 25-ти отраслей экономики, запрещенных для женщин [12].

Согласно статистическим данным в РК, первичная профессиональная заболеваемость, выявляемая у женщин, составляет в среднем 2–4 % от всех случаев за последние 3 года. Анализ нозологических форм выявленных заболеваний показал отсутствие связанных с нарушением репродуктивного здоровья женщин. Уровень пострадавших женщин в последние 3 года составляет 16–17 % от числа травмированных на производстве.

Учитывая, что за последние десятилетия в различных отраслях экономики, произошли большие изменения в плане технологического прогресса, замены ручного труда автоматизированным, а управления – дистанционными формами, в том числе в рамках мероприятий, предусмотренных реализацией Государственными программами и индустриально-инновационного развития РК, условия труда на значительной части рабочих мест улучшены и не оказывают отрицательного влияния на репродуктивное здоровье работающих женщин.

В этой связи, целях максимального достижения основных направлений положений Конвенций МОТ, ратифицированных Казахстаном в части уменьшения разницы в оплате труда мужчин и женщин, одной из причин которой является законодательное закрепленные ограничения трудоустройства женщин на отдельные профессии и виды работ, необходима реализация комплекса мероприятий, среди которых: оптимизация (пересмотр)

и сокращение Списков работ, на которых запрещается применение труда женщин и законодательное закрепление возможности применения труда женщин, на запрещенных профессиях и видах работ, отсутствие вредного воздействия на репродуктивное здоровье женщин, на которых, подтверждено результатами аттестации производственных объектов по условиям труда.

ВЫВОДЫ

Анализ правовых и административных барьеров для занятости женщин показал наличие ограничений, связанных с трудоустройством женщин в различных отраслях экономики посредством применения списков и перечней в Российской Федерации, Республике Беларусь, Республике Кыргызстане, Республике Казахстане.

Однако, отличительной чертой законодательства отдельных стран является то, что работодатель может принимать решение о применении труда женщин на работах (профессиях, должностях), включенных в перечень, при условии создания безопасных условий труда.

Женщины имеют равные с мужчинами конституционные права на труд закреплен в Конституции, но требования к условиям и видам труда женщин должны корректироваться с учетом анатомо-физиологических особенностей их организма. С учетом изменений технологического процесса, существует малое число профессий, где при соблюдении необходимых мер предосторожностей, производственная среда стала опасна или вредна для мужчин, так же для женщин.

Последовательный переход от запретительного к разрешительному характеру законодательства, обеспечит доступ женщин к высокооплачиваемым профессиям и будет способствовать устранению социально-экономического неравенства.

Вместе с тем, ограничения применения труда женщин необходимо сохранить, но лишь на тех производствах, где имеется прямая угроза репродуктивному здоровью работающей женщины.

Это в полной мере соответствует международным стандартам и тенденциям, которые отнюдь не отрицают как таковую патерналистскую политику государства по отношению к слоям населения, нуждающимся в особой защите.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Конвенция о дискриминации в области труда и занятий [Конвенция 111]. (Принята от 25.06.1958 г.) // веб-сайт ООН [Электронный ресурс]. – http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/labour.shtm.

2 **Власов, А., Городов, А.** Особенности регулирования труда женщин, – М. : 2002. – 58 с.

3 Конвенция о ежегодных оплачиваемых отпусках от 24 июня 1936. // Веб-сайт ООН [Электронный ресурс]. – www.un.org.

4 О ратификации Конвенции о пересмотре Конвенции 1952 года об охране материнства Закон Республики Казахстан от 14 февраля 2012 года № 554–IV.

5 Трудовой Кодекс Российской Федерации: подписан Президентом РФ 30 декабря 2001 г. [Электронный ресурс]. – <http://www.trudkod.ru>.

6 Перечень тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда женщин. Утвержден Постановлением Правительства РФ от 25 февраля 2000. № 162 [Электронный ресурс]. – <http://base.garant.ru/181761>.

7 О новых нормах предельно допустимых нагрузок для женщин при подъеме и перемещении тяжестей вручную», утверждены соответствующие нормы. Постановлением Совета Министров – Правительства РФ от 06.02. 1993 № 105 [Электронный ресурс]. – <http://base.garant.ru/100260/>

8 Список тяжелых работ и работ с вредными условиями труда, на которых запрещается применение труда женщин. Утвержден Постановлением Совета Министров РФ от 26 мая 2000. – № 765 [Электронный ресурс]. – <http://laws.newsby.org/documents/sovetm/pos12/sovmin12680.htm>.

9 Конвенция о ликвидации всех форм дискриминации в отношении женщин от 18 декабря 1979 [Текст]. : Сборник Министерства иностранных дел СССР, «СССР и международное сотрудничество в области прав человека». – М. : 1989. – 365 с.

10 **Чеботарева, А. С.** Защита прав женщин в Европейском Союзе. // Государство и право. – 1995. – №2. – С. 88–96.

11 **Чеботарева, А. С.** Международная защита прав женщин: Дис. канд. юрид. наук : 12. 00.10. – М. : 1994. – 215 с.

12 Список работ, на которых запрещается применение труда женщин, предельные нормы подъема и перемещения вручную тяжестей женщинами (08.12. 2015 г. № 944) [Электронный ресурс]. – <http://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500012597>.

Материал поступил в редакцию 11.12.17.

Н. Г. Джумагулова, М. М. Абдуманова

Еуразиялық экономикалық одақтың елдеріндегі зиянды және (немесе) қауіпті еңбек жағдайларындағы әйелдер еңбегін реттеудегі қолданылатын нормативтік құқықтық актілерді талдау

«Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты» РМҚК,
Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы.
Материал 11.12.17 баспаға түсті.

N. G. Dzhumagulova, M. M. Abdumannov

Analysis of regulatory legal acts applied when regulating employment of women in heavy, harmful and / or dangerous working conditions in the Eurasian Economic Union countries

Republican Scientific Research Institute on Occupational Health and Safety with the Ministry of Labor and Social Protection of Population of the Republic of Kazakhstan,
Astana, 010000, Republic of Kazakhstan.
Material received on 11.12.17.

Осы мақалада Қазақстан Республикасындағы зиянды еңбек жағдайларыда әйелдер еңбегін реттеу тетігін жетілдіруге бағытталған талдамалық зерттеулердің нәтижелері ұсынылды.

КСРО қалыптасу кезеңіндегі әйелдерді жұмыспен қамтуды заңнамалық шектеудің тарихи алғышарттары ұсынылған.

Еуразиялық экономикалық одақ елдерінде тізімдер мен тізбелерді қолдану арқылы экономиканың түрлі салаларында әйелдерді жұмыспен қамту мен әйелдерді жұмысқа орналасуына байланысты шектеулер үшін құқықтық және әкімшілік кедергілерді талдау нәтижелері жарықтандырылды.

Ерлер мен әйелдерге еңбекақы төлеудегі айырмашылықты азайту бөлігінде, оның себептерінің бірі жекелеген кәсіптер мен жұмыс түрлеріне әйелдерді жұмысқа орналастыру заңнамалық бекітілген шектеулері болып табылатын, Қазақстанда ратификациялаған ХЕУ Конвенциялары ережелерінің негізгі бағыттарына барынша қол жеткізуге бағытталған іс-шаралар кешені ұсынылды.

This article presents the results of analytical studies of international experience in regulating women's employment in difficult, harmful and (or) dangerous working conditions.

This article presents the results of analytical studies aimed at improving the mechanism of regulation of labor of women in harmful working conditions in the Republic of Kazakhstan.

Presents the historical background of the legislative restriction of women's employment, rooted in the period of the Soviet Union.

Presents the results of the analysis of legal and administrative barriers to women's employment and constraints associated with the employment of women in various sectors of the economy, through the use of lists in the countries of the Eurasian Economic Union.

The complex of measures, directed on the maximum achievement of the main directions of the provisions of the ILO Conventions, ratified by Kazakhstan in reducing the wage gap between men and women; one of the reasons for it is the legislature limitations on the employment of women in specific occupations and types of work.

**Н. Г. Джумагулова¹, С. Т. Шорманов²,
С. Т. Куанышбаев³, С. Т. Толеугали⁴**

¹руководитель Лаборатории аналитических исследований и организационного обеспечения НИР, РКП «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан», г. Астана, 010000, Республика Казахстан;

²ст. науч. сотр., Лаборатория аттестации производственных объектов по условиям труда, РКП «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан», г. Астана, 010000, Республика Казахстан;

³ст. науч. сотр., Лаборатория аттестации производственных объектов по условиям труда, РКП «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан», г. Астана, 010000, Республика Казахстан;

⁴ст. науч. сотр., Лаборатория аттестации производственных объектов по условиям труда, РКП «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан», г. Астана, 010000, Республика Казахстан
e-mail: nauka@rniot.kz

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОРЯДКА ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ЛЬГОТ И КОМПЕНСАЦИЙ РАБОТНИКАМ, В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВРЕДНЫХ И ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ

В настоящей статье представлены результаты аналитических исследований, направленных на совершенствование порядка предоставления льгот и компенсаций работникам, в зависимости от степени воздействия вредных и опасных производственных факторов.

В статье освещены проблемы государственного регулирования предоставления гарантий и льгот работникам на предприятиях Республики Казахстан за работу в условиях труда, не удовлетворяющих гигиеническим нормативам.

Представлены предложения по реформированию порядка предоставления сокращенной продолжительности рабочего времени

и дополнительного оплачиваемого ежегодного трудового отпуска при занятости на работах с вредными и опасными условиями труда в зависимости от степени воздействия вредных и опасных производственных факторов.

Внедрение новых подходов позволит дифференцировать предоставление льгот и компенсации по степени превышения гигиенических нормативов, а также послужит стимулирующим фактором для работодателей на проведение постоянного мониторинга и улучшения условий труда на рабочих местах.

Ключевые слова: вредные условия труда, дополнительный трудовой отпуск, продолжительность рабочего времени, список, аттестация.

ВВЕДЕНИЕ

Согласно трудовому законодательству Республики Казахстан, для работников, занятых на тяжелых работах, работах с вредными и опасными условиями труда, устанавливается сокращенная продолжительность рабочего времени, предоставляются дополнительный оплачиваемый трудовой отпуск и повышенный размер оплаты труда.

Предоставление данных гарантий профилактического и компенсационного характера уже на протяжении многих десятилетий осуществляется согласно Списку производств, цехов, профессий и должностей, с вредными и (или) опасными условиями труда (далее – Список). В связи с тем, что Список не пересматривался со времен принятия, в учет не берутся значительные изменения структуры производства в отдельных отраслях экономики, в технологических процессах производства, замена и модернизация оборудования, внедрение новейших методов и средств коллективной и индивидуальной защиты, развитие дистанционных методов управления процессами и, как следствие, сокращение применения ручного труда и уменьшение воздействия вредных факторов.

Все эти мероприятия, направленные на улучшение условий труда и сохранение здоровья работников, не приносят работодателю снижения финансовой нагрузки от выплат льгот и компенсаций, так как практикуя списочный подход к их назначению, государство пренебрегает практикой экономического стимулирования работодателей.

В Казахстане ежегодно порядка 700 тысячам работников устанавливается хотя бы один вид компенсационных выплат за риск воздействия факторов производственной среды на их здоровье. Статистика эту цифру учитывает, как количество работников, занятых во вредных и неблагоприятных условиях труда, тогда как, значительная часть компенсаций предоставляется согласно

Списков без учета фактического состояния производственной среды. На данные цели ежегодно, работодателями, в том числе из республиканского и местных бюджетов, затрачивается около 90 млрд. тенге. Огромные средства при этом выделяются также на улучшение условий труда [1].

В этой связи, не смотря на усилия государственных органов и затраты работодателей на улучшение условий труда на предприятиях республики, статистические показатели количества работников, занятых в неблагоприятных условиях труда из года в год не снижаются, что негативно влияет на оценки международных экспертов и имидж государства в целом.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Действующий в настоящее время в Казахстане Список 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, утвержденные приказом Министра здравоохранения и социального развития Республики Казахстан от 28 декабря 2015 года № 1053.

Данный Список состоит из 46 разделов и охватывает 43 отраслей и производств. Списком охвачены:

– 8940 рабочих профессий и должностей руководителей и специалистов, которым предусмотрены дополнительный оплачиваемый ежегодный трудовой отпуск (в календарных днях);

– 1882 рабочих профессий и должности руководителей и специалистов, которым предусмотрены сокращенная продолжительность рабочего времени (в неделю, в часах).

В свою очередь, не включенные в Список виды работ и профессий, не относятся к работам с тяжелыми, вредными (или) опасными условиями труда и не подлежат обязательной аттестации производственных объектов по условиям труда.

Статьей 1 Трудового кодекса Республики Казахстан определены следующие основные понятия:

– тяжелые работы – виды деятельности работника, связанной с постоянными передвижениями, перемещением и переноской вручную (десяти килограммов и более) тяжестей и требующей больших физических усилий (расход энергии более 250 ккал/час);

– вредные условия труда – условия труда, которые характеризуются наличием вредных производственных факторов;

– опасные условия труда – условия труда, при которых воздействие определенных производственных или неустраиваемых природных

факторов приводит в случае несоблюдения правил охраны труда к производственной травме, внезапному ухудшению здоровья или отравлению работника, в результате которых наступают временная или стойкая утрата трудоспособности, профессиональное заболевание либо смерть.

Приказом Министра здравоохранения и социального развития Республики Казахстан от 28 декабря 2015 года № 1057 утверждены «Правила обязательной периодической аттестации производственных объектов по условиям труда» (далее – Правила).

Согласно пункту 14 Правил оценке по условиям труда подлежат имеющиеся на рабочих местах опасные и вредные производственные факторы (физические, химические, биологические, технологические), в том числе тяжесть и напряженность труда.

Уровни опасных и вредных производственных факторов определяются на основе лабораторных и инструментальных измерений.

Измерения параметров опасных и вредных производственных факторов, определение показателей тяжести и напряженности трудового процесса, гигиены труда на производстве осуществляются в порядке, установленном Правилами.

Согласно подпункта 1 пункта 2 статьи 182 Кодекса работодатель обязан принимать меры по предотвращению любых рисков на рабочих местах и в технологических процессах путем проведения профилактики, замены производственного оборудования и технологических процессов на более безопасные. На практике данная задача решается с учетом конкретных условий производства путем механизации и автоматизации тяжелых работ и процессов с вредными условиями труда, использованием современных средств индивидуальной и коллективной защиты.

За годы независимости на многих предприятиях республики проведена реконструкция, модернизация, перевооружение в рамках которой значительная часть технологических процессов была механизирована и автоматизирована.

В настоящее время, в Республике Казахстан принят и реализуется ряд стратегических программных документов по инновационно-индустриальному развитию.

Указом Президента Республики Казахстан от 1 августа 2014 года № 874 утверждена Государственная программа индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2015–2019 годы.

Данная государственная программа разработана в рамках реализации послания Главы государства народу Казахстана от 14 декабря 2012 года «Стратегия «Казахстан–2050»: новый политический курс состоявшегося государства», послания Главы государства народу Казахстана от 17 января

2014 года «Казахстанский путь – 2050: единая цель, единые интересы, единое будущее».

Также, государство разработало программу «Производительность–2020», которая дает возможность отечественным предприятиям воспользоваться мерами господдержки по различным направлениям развития производства. В рамках программы для бизнеса становятся доступными инструменты, которые помогут снизить энергозатраты, повысить эффективность, объемы производства и в целом производительность предприятий [2].

В результате проведенной масштабной модернизации производства (замена, внедрение, установка нового оборудования, автоматизация и механизация технологических процессов), в том числе в рамках господдержки в различных отраслях экономики, уменьшилось число работников, занятых во вредных и (или) опасных условиях труда.

Все эти мероприятия направлены в первую очередь на улучшение условий труда работников. И, соответственно, должны окупаться, как уменьшением затрат переработку сырья, на производство продукции и уменьшение расходов на заработную плату (в случае автоматизации процессов), так и снижением расходов на компенсационные выплаты и льготы, предоставляемые работникам за вредные и тяжелые условия труда.

Существующая система возмещения ущерба здоровью работников и списочный подход к ее реализации не дают возможности ощутить экономического эффекта от финансовых вложений в модернизацию производства, направленную в том числе, на улучшение условий труда работников.

В этой связи, действующий в настоящее время Список можно считать устаревшим, и требующим пересмотра.

Действующий на сегодняшний день в Казахстане и в странах ЕАЭС списочный подход предоставления компенсаций за вредные или опасные условия труда сложился во времена бывшего СССР и был обусловлен тем, что единственным работодателем в то время было государство, которое обеспечивало одинаковые условия труда и производственные процессы в зависимости от профессий, должностей и видов выполняемых работ. Такой подход давал работникам государственные гарантии, компенсации причиненного вреда здоровью в процессе трудовой деятельности, а также гарантированный государством доход в случае утраты способности самостоятельного заработка. Соответственно, если видов работ, профессий и должностей, имеющих у работодателя, в указанных выше списка нет, компенсации работникам не предоставляются.

Однако, указанный выше списочный подход, не позволяет провести экономически справедливую дифференциацию затрат работодателей в

зависимости от степени реальной вредности и опасности условий труда на конкретном рабочем месте. Соответственно, работодателям невыгодно вкладывать средства в улучшение условий труда, поскольку никакие мероприятия по данному направлению не снизят их затраты по указанным выше направлениям.

В связи с тем, что с началом перестройки, практически все промышленные государственные предприятия перешли в частные руки, обеспечиваемые работодателями условия труда в рамках одного и того же вида деятельности имеют значительные различия.

В настоящее время на производстве появились новые профессии и должности с вредными или опасными условиями труда, которые не включены в действующий Список. Вместе с тем, как показал анализ, профессий и должностей, имеющих в Списке, около 20 % из них практически отсутствуют на производстве.

В связи с вышеизложенным, социальные и экономические предпосылки приводят к необходимости совершенствования порядка предоставления льгот и компенсаций работникам, с внесением соответствующих изменений в действующий Список, с учетом проведения, в настоящее время реформирования трудового законодательства.

В рамках реализации 83-го шага Плана Нации «100 конкретных шагов по реализации пяти институциональных реформ» в Республике Казахстан был разработан новый Трудовой кодекс, вступивший в силу с 1 января 2016 года.

Новый Трудовой кодекс базируется на новой модели, основанной на балансе интересов работодателей и работников, соответствующей стандартам ОЭСР, а также его принятие является новым этапом в реформировании трудовых отношений в стране в современных экономических условиях.

Изменение в новом Трудовом кодексе коснулись и порядка предоставления льгот и компенсаций, работникам, занятым во вредных условиях труда.

Сокращенная продолжительность рабочего времени.

Согласно пункта 2 статьи 69 Трудового кодекса, для работников, занятых на тяжелых работах, работах с вредными и (или) опасными условиями труда, устанавливается сокращенная продолжительность рабочего времени не более 36 часов в неделю согласно Списку производств, цехов, профессий и должностей, перечню тяжелых работ, работ с вредными и (или) опасными условиями труда.

Сокращенная продолжительность рабочего времени распространяется на работников, труд которых в тяжелых, вредных и опасных условиях подтвержден результатами аттестации производственных объектов по условиям труда.

В случае не проведения работодателем аттестации производственных объектов по условиям труда, а также по рабочим местам, которые не подлежат аттестации, сокращенная продолжительность рабочего времени предоставляется в полном объеме согласно Списку производств, цехов, профессий и должностей, перечню тяжелых работ, работ с вредными и (или) опасными условиями труда.

Соответственно, в данном случае, при создании допустимых условий труда (подтвержденных результатами аттестации производственных объектов) на рабочем месте по видам работ и профессиям, работодатель вправе ввести на соответствующих рабочих местах нормальную продолжительность рабочего времени (40 часов в неделю).

Сокращение продолжительности рабочего времени направлено на уменьшение воздействия вредных производственных факторов, путем минимизации контакта с ними, так называемая «защита временем». В отличие от дополнительного отпуска, сокращенная продолжительность рабочего времени, это не компенсационная мера, а профилактическое мероприятие.

В связи с этим, ограничение Списком может привести к тому, что для рабочих мест, условия труда на которых характеризуются как вредные и опасные, но они отсутствуют в Списке, у работодателя, в особенности если финансирование осуществляется из средств государственного бюджета, или он является монополистом, нет оснований для сокращения продолжительности рабочего времени. Соответственно, данная профилактическая мера не может быть применена.

Учитывая вышеизложенное, на основании исследований, считаем целесообразным, для отдельных категорий работников, рабочие места которых по результатам аттестации производственных объектов по условиям труда отнесены к вредным условиям труда и присвоен 3-й класс 3-й и 4-й степеней вредности, либо к опасным условиям труда и присвоен 4-й класс опасности, устанавливать сокращенную продолжительность рабочего времени – не более 36 часов в неделю.

При этом, считаем проведение аттестации производственных объектов по условиям труда обязательным условием и основанием для назначения сокращенной продолжительности рабочего времени.

Вместе с тем, из формулировки пункта 2 статьи 69 Трудового кодекса предлагаем исключить слова «...В случае не проведения работодателем аттестации производственных объектов по условиям труда...».

Кроме того, учитывая то, что в настоящее время вносятся изменения в 3. «Порядок проведения аттестации» Приказа Министра здравоохранения и социального развития Республики Казахстан от 28 декабря 2015 года № 1057 «Об утверждении Правил обязательной периодической аттестации производственных объектов по условиям труда», согласно которым рабочими

местами, на которых лабораторные и инструментальные измерения не проводятся будут являться только находящиеся в подземных угольных шахтах, считаем необходимым подготовить и утвердить в качестве приложения к Приказу МЗСР РК от 28 декабря 2015 года № 1053 Список производств, цехов, профессий и должностей, находящихся в подземных угольных шахтах, работа в которых дает право на сокращенную продолжительность рабочего времени.

Данный Список предлагается подготовить с соблюдением объема сокращенной продолжительности рабочего времени, предусмотренным в разделе 2. «Предприятия и организации угольной и сланцевой промышленности, строительство и реконструкция угольных и сланцевых шахт и разрезков» действующего Списка.

Дополнительный оплачиваемый трудовой отпуск.

С введением нового трудового кодекса изменения были включены и в подпункт 1) пункта 1 статьи 89 Трудового кодекса, согласно которым работникам, занятым на тяжелых работах, работах с вредными и (или) опасными условиями труда, предоставляется дополнительный отпуск продолжительностью не менее 6 календарных дней. Перечень профессии определяется согласно Списку производств, цехов, профессий и должностей, перечню тяжелых работ, работ с вредными и (или) опасными условиями труда.

Аналогично действующей в настоящее время процедуре предоставления сокращенного рабочего времени, дополнительные оплачиваемые ежегодные трудовые отпуска предоставляются работникам, труд которых в тяжелых, вредных и (или) опасных условиях подтвержден результатами аттестации производственных объектов по условиям труда, а в случае не проведения работодателем аттестации производственных объектов по условиям труда, а также по рабочим местам, которые не подлежат аттестации, дополнительные оплачиваемые ежегодные трудовые отпуска предоставляются в полном объеме согласно Списку.

Вместе с тем, были внесены изменения в «Правила обязательной периодической аттестации производственных объектов по условиям труда», которые направлены на переход от формальной оценки условий труда, когда по результатам измерения указывается лишь фактические значения (уровни) вредных и опасных производственных факторов, и далее использовать результаты такой оценки невозможно, к результативной, комплексной оценке, позволяющей присваивать классы (степени) условий труда на рабочем месте в целом. Присвоение классов (степеней) условий труда позволяет дифференцировать предоставление льгот и компенсации по степени превышения гигиенических нормативов, а также служит стимулирующим фактором для работодателей на проведение постоянного мониторинга и улучшения условий труда на рабочих местах.

Указанные поправки были необходимы, с учетом того, что Список на основании которого предоставляются компенсации, как уже говорилось ранее, потерял свою актуальность в связи со значительными изменениями структуры производства в отдельных отраслях экономики, в технологических процессах производства, заменой и модернизацией оборудования. Более того в Списке имеются отдельные профессии, которые отсутствуют на производстве, что осложняет их практическое использование.

Как указано выше, в настоящее время в Республике Казахстан фактически начат переход от списочного подхода предоставления льгот и компенсаций за вредные и (или) опасные условия труда, к предоставлению льгот и компенсации за фактические условия труда, подтвержденные результатами аттестации производственных объектов.

Вместе с тем, для окончательного перехода от списочного подхода предоставления необходим ряд мероприятий.

В качестве первого шага предлагается исключить из Списка перечисление профессий, должностей и видов работ с сохранением только подразделов (производств) и разделов (отраслей).

При этом, профессии, должности и виды работ на производствах и отраслях, работа в которых дает право на компенсацию, определять по результатам аттестации производственных объектов по условиям труда.

Указанные изменения позволят охватить компенсационными (и, в какой-то мере профилактическими) мероприятиями, которыми являются дополнительные дни отпуска, большее количество рабочих мест с реальными вредностями и в то же время исключить постоянный пересмотр и актуализацию Списка.

В связи с тем, что с принятием нового трудового кодекса минимальная продолжительность дополнительного трудового отпуска определена в размере 6 дней, указанный объем дней в Списке предлагаем считать максимальным, а в целях учета фактических условий труда на производстве изменение количества дней в сторону снижения, осуществлять с применением специальной Методики, основанной на использовании и учете результатов гигиенической оценки условий труда, проводимой в рамках аттестации производственных объектов по условиям труда. Данная Методика разработана специалистами Республиканского НИИ по охране труда и проходит апробацию.

Продолжительность дополнительного отпуска конкретного работника будет устанавливаться аттестационной комиссией, и будет зависеть от уровня превышения фактических значений факторов, установленных государством нормативов.

Предлагаемые изменения позволят, с одной стороны, максимально объективно решать вопрос о необходимости предоставления компенсаций

за вредные (опасные) условия труда конкретному работнику на конкретном рабочем месте, и, с другой стороны, экономически простимулировать работодателей вкладывать средства в улучшение условий труда, в целях оптимизации своих дальнейших издержек.

ВЫВОДЫ

С учетом международного опыта предоставления льгот и компенсаций работникам за работу в тяжелых, вредных и опасных условиях труда, реформирования трудового законодательства, а также дальнейшего перехода от использования списочного подхода к использованию принципов дифференциации, в зависимости от степени воздействия вредных производственных факторов, несомненно требует пересмотра механизм предоставления сокращенной продолжительности рабочего времени и дополнительного оплачиваемого ежегодного трудового отпуска работникам.

Ожидается, что совершенствование порядка предоставления сокращенной продолжительности рабочего времени и дополнительного оплачиваемого ежегодного трудового отпуска при занятости на тяжелых работах, работах с вредными и опасными условиями труда, путем разработки и внедрения новых подходов, исключающих необоснованное предоставление данных гарантий, повысит заинтересованность работодателей в улучшении и оздоровлении условий труда.

Это будет иметь больший социальный эффект, чем применение компенсационного подхода в вопросах регулирования занятости работников в неблагоприятных условиях труда.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Бисакаев, С. Г., Джумагулова, Н. Г., Набиев, Д. К.** Совершенствование порядка предоставления льгот и компенсаций как шаг к улучшению условий труда [Текст]. // Труды Международной научно-практической конференции «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации». Сагиновские чтения. – № 8. – 23–24 июня 2016 г. – В 4-х частях. – Ч. 4. МОН РК. – КарГТУ : Изд-во КарГТУ, 2016. – С. 47–50.

2 **Шеломенцева, В. П., Стаценко, С. А., Ифутина, Е. А.** Государственная поддержка предприятий в республике Казахстан в посткризисный период [Текст]. // Вестник Инновационного Евразийского университета. Экономика. – 2011 – [Электронный ресурс]. – <https://articlekz.com/article/13452>

Материал поступил в редакцию 11.12.17.

Н. Г. Джумагулова, С. Т. Шорманов, С. Т. Қуанышбаев, С. Т. Төлеугали
Зиянды және қауіпті өндірістік факторлардың әсер ету дәрежесіне байланысты жұмыскерлерге жеңілдіктер мен өтемақыларды ұсыну тәртібін жетілдіру

«Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты» РМҚК,
 Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы.
 Материал 11.12.17 баспаға түсті.

N. G. Dzhumagulova, S. T. Shormanov, S. T. Kuanishbaiev, S. T. Toleugali
Improvement of the order of providing benefits and compensations to employees depending on the degree of exposure to harmful and dangerous production factors

Republican Scientific Research Institute on Occupational Health and Safety with the Ministry of Labor and Social Protection of Population of the Republic of Kazakhstan,
 Astana, 010000, Republic of Kazakhstan.
 Material received on 11.12.17.

Осы мақалада зиянды және қауіпті өндірістік факторлардың әсер ету дәрежесіне байланысты жұмыскерлерге жеңілдіктер мен өтемақыларды ұсыну тәртібін жетілдіруге бағытталған талдамалық зерттеулердің нәтижелері ұсынылды.

Мақалада гигиеналық нормативтерге қанағаттандырмайтын еңбек жағдайларындағы жұмысы үшін Қазақстан Республикасы кәсіпорындардағы жұмыскерлерге кепілдіктер мен жеңілдіктерді ұсынуды мемлекеттік реттеу проблемалары баяндалған.

Зиянды және қауіпті өндірістік факторлардың әсер ету дәрежесіне байланысты зиянды және қауіпті еңбек жағдайларымен жұмыстарда қамтылған кезде жұмыс уақытының қысқартылған ұзақтығын және жыл сайынғы ақы төленетін қосымша еңбек демалысын ұсыну тәртібін реформалау жөніндегі ұсыныстар берілді.

Жаңа тәсілдемелерді енгізу гигиеналық нормативтердің артық дәрежесі бойынша жеңілдіктер мен өтемақыларды ұсынуды саралауға мүмкіндік береді, сондай-ақ жұмыс орындарындағы еңбек жағдайларын жақсарту және тұрақты мониторингі жүргізуге жұмыс берушілер үшін ынталандырушы фактор болып қызмет етеді.

This article presents the results of analytical studies aimed at improving the procedure of providing benefits and compensation to employees, depending on the degree of exposure to harmful and dangerous production factors.

The article deals with the problems of state regulation of provision of guarantees and benefits to employees at the enterprises of the Republic of Kazakhstan for work in conditions not meeting sanitary-hygienic standards.

Presents proposals for reforming the procedure for providing shorter working hours and additional paid annual leave for employment in jobs with harmful and dangerous working conditions, depending on the degree of exposure to harmful and dangerous production factors.

The introduction of new approaches will allow us to differentiate the provision of benefits and compensation according to the degree of exceeding of hygienic standards, but also serve as a motivating factor for employers to constantly monitor and improve working conditions in the workplace.

Ж. Д. Досанкулов¹, А. Б. Ержигитов²

¹доцент, Электр энергетикасы факультеті, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы; ²магистрант, Электр энергетикасы факультеті, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы
e-mail: ¹7442105@mail.ru; ²Abilay.mail.ru@mail.ru

ДӘСТҮРЛІ ГОРИЗОНТАЛЬДЫ ЖЕЛ ҚОНДЫРҒЫСЫНЫҢ ЭНЕРГИЯЛЫҚ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ

Бұл мақалада автор дәстүрлі жел генераторының энергиялық тиімділігін арттыру сұрағын қарастырды. Сенімділік, жеңілдік, төзімділігімен ерекшеленетін бір роторлы горизонтальды жел қондырғылары сұранысқа ие. Әйткенмен, бір роторлы жел генераторынан энергия өндіруі кезінде өзіндік физикалық шектеулері бар. Горизонтальді айналу білігі бар жел қондырғыларының негізгі кемшілігі оның жел жылдамдығы төмен кезінде ғана өнімді жұмыс істеуі, яғни бұл кемшілік оның қолданыс аймағын шектейді. Зерттеу нысаны ретінде бір роторлы горизонтальды айналу білігі бар жел қондырғысы таңдалды. Яғни, жел қондырғысының энергиялық тиімділігін арттыру мақсатында екі роторлы жел қондырғысының жұмыс істеу принципі мен оның сипаттамасына теориялық зерттеу жүргізілді.

Кілтті сөздер: жел қондырғысы, қуат, айналу білігі, жылдамдық, пайдалы әрекет коэффициенті.

КІРІСПЕ

Қазіргі күні жел энергиясы баламалы энергия көздерінің ішінен ең таза және перспективті энергия көзі болып табылады. Заманауи жел энергетикасы қарқынды даму кезеңін бастан кешіп отыр. Әлемдік тәжірибенің заманауи кезеңінде жел энергиясын қолданудың екі түрі таныс. Энергожүйемен параллельді түрде жұмыс істейтін үлкен қуатты жел электр станциялары, автономды электрмен жабдықталған нысандарында қолданылатын шағын қуатты жел электр қондырғылары.

Жел энергиясын қолданудың даму болашағы жел энергия қорларының барымен анықталады, Қазақстан Республикасы аумағы жел энергия көзіне

бірыңғай бай. Оған дәлел Қазақстан 50 % жуық аумағы 4–5 м/с жылдамдығы бар жел ағындарына, ал кейбір аймақтар болса 6м/с жоғары жылдамдыққа ие. Бұл көрсеткіштер жел энергетикасы дамуының зор болашағы бар екендігін көрсетеді.

НЕГІЗГІ БӨЛІМ

Зерттеу нысаны ретінде горизонтальді айналу білігі бар шағын қуатты жел қондырғысының айналу тиімділігін зерттеу. Зерттеудің өзектілігі: әлемдік нарықтағы бұл қондырғылардың келешегі барлығы; жел энергиясының пайдалы әрекет коэффициентінің жеткіліктілігі; өндірілген қуат бірлігінің қондырғының салыстырмалы массаның аздығы; монтаждау, эксплуатация және қайта жөндеудің сенімділігі және жеңілділігі.

Шағын жел генераторын қолданудың негізгі факторы оның тез өтелімділігі болып табылады. Ол көбіне жел ресурстарына, қондырғының биіктігіне, орналасқан жеріне және турбинаның техникалық сипаттамасына байланысты.

Сенімділік, жеңілдік, төзімділігімен ерекшеленетін бірроторлы горизонтальды жел қондырғылары сұранысқа ие. Әйткенмен, бірроторлы жел генераторынан энергия өндіруі кезінде өзіндік физикалық шектеулері бар. Горизонтальді айналу білігі бар жел қондырғыларының негізгі кемшілігі оның жел жылдамдығы 6 м/с жоғары кезінде ғана өнімді жұмыс істеуі, яғни бұл кемшілік оның қолданыс аймағын шектейді.

Шағын жел энергетикасының болашағы зор мәселесінің бірі жел дөңгелегі бір біріне қарама қарсы айналатын екі роторлы жел генераторларын автономды электрмен жабдықталған нысандарда қолдану болып отыр. Осы жағдайда жел ағындарының есебінен бір генератордан өндірілетін қуаттың өнімі есейе түседі. Бұл шешім минималды жел ағындарын пайдаға асырып қана қоймай, қондырғының іске қосу сипаттамасын және генератордың тиімділігін арттырады.

Бір біріне қарама қарсы айналатын екі дөңгелекті екі роторлы жел генераторы: ферромагнитті материалдан жасалған электромагнит білігіне оралған қозғалмайтын соленоидты статордан, және магниттелмеген материалдан оралған екі ротордан тұрады. Дискті формалы роторлардың осьтары бір біріне бірдей қарсы орналасқан, әр ротор Г-формалы тұрақты магниттерден жиналған, ал бұл тұрақты магниттердің полярлығы бір біріне қарама қарсы.

Екі роторлы айналу осі горизонтальды жел қондырғысының моделін және екінші жел дөңгелегінің тигізер әсерін қарастырайық.

Жел ағынын пайдалану коэффициенті (ϵ немесе $K_{жпд}$) – ол жел дөңгелегімен пайдаланатын жел ағынының бөлігін анықтайтын көрсеткіш.

– $K_{жпд}$ жел дөңгелегі тудыратын механикалық энергияның толық ауданнан өтетін жел энергиясына қатынасы.

Осыдан шығатыны бірінші жел дөңгелегі үшін:

$$\varepsilon_{к1} = \frac{E_{к1}}{E_{к2}} \quad (1)$$

Екінші жел дөңгелегі үшін:

$$\varepsilon_{к2} = \frac{E_{к1}}{E_{кин}} \quad (2)$$

Ал қос дөңгелекті жел қондырғысы үшін:

$$\varepsilon_{жқ} = \frac{E_{к1}}{E_{кин}} + \frac{E_{к2}}{E_{кин}} + \frac{E_{к1}+E_{к2}}{E_{кин}} \quad (3)$$

Бұл мәндердің аналитикалық мәндерін табу үшін жел ағының және жел дөңгелегінің физикалық сипаттамасын қолданамыз.

$E_{кин} = \frac{n \cdot p \cdot D^2}{8}$ Ауа ағының мәні V_1 тең болғандықтан, жел дөңгелегінің артында қалған ауа ағының мәнін былай жазуға болады:

$$E_{кин} = \frac{n \cdot p \cdot D^2 \cdot V_1^3}{8} \quad (4)$$

Осы формула бойынша жел пайдалану коэффициентін жел қондырғысының физикалық сипаттамаларын қолданып шешуге болады.

Жел қондырғысында орналасқан екінші ротордың жел дөңгелегіне айналып тұрған бірінші жел дөңгелегі тідырған қосымша ауа ағыны әсер етеді E_B . Екінші жел дөңгелегіне әсер ететін энергияны өрнектейтін болсақ:

$$E_{к2} = E_B + E_1 - E_2 \quad (5)$$

E_B – екінші жел дөңгелегінен өтетін ауа ағының энергиясы,

Мұндағы $E_2 = k \cdot V_2^3$

Одан алатын мәніміз:

$$E_2 = k \cdot (V_1^3 + V_B^3 - V_2^3) \quad (6)$$

Осыдан екінші жел дөңгелегінің коэффициенті:

$$\varepsilon_{к2} = \frac{E_B + E_1 - E_2}{E_{кин}} = (V_1^3 + V_B^3 - V_2^3) / V_0^3 \quad (7)$$

Ал егер осы формулаға бірінші жел дөңгелегінен алатын негізгі ауа ағының энергия мәнін қосатын болсақ:

$$\varepsilon_{к2} = (V_1^3 + V_B^3 - V_2^3) / (V_1^3 + V_B^3) \quad (8)$$

Осыдан толық жел қондырғысының пайдалану коэффициенті:

$$\varepsilon_{к2} = \varepsilon_{к1} + \varepsilon_{к2} = \frac{V_0^3 - V_1^3}{V_0^3} + \frac{V_1^3 + V_B^3 - V_2^3}{V_0^3} = \frac{V_0^3 + V_B^3 - V_2^3}{V_0^3} \quad (9)$$

Мұндағы $\varepsilon_{к2} = \frac{V_0^3 - V_1^3}{V_0^3}$ дәстүрлі бір роторлы жел дөңгелегінің коэффициентінің мәні.

Екі роторлы жел генераторының жұмысының тиімділігін жел ағынын қолдану коэффициенті арқылы көрсетуге болады.

$$\varepsilon = \frac{p \cdot s \cdot t}{2000} \int_{V_C}^{V_k} (V_0^3 + V_B^3 - V_2^3) \cdot F(V) dV \quad (10)$$

– V_0 – бірінші жел дөңгелегінің ағын жылдамдығы;

– V_2 – екінші жел дөңгелегінің ағын жылдамдығы.

– V_B – бірінші жел дөңгелегінен пайда болған жел ағыны.

Көрсетіліп отырған жартылай эмпирикалық модельде жел ағынын қолдану коэффициенті тек жылдамдық сипаттамасы бойынша анықталады. Осы формуладан көретініміздей бірінші бірінші жел дөңгелегімен қолданылмаған жел ағындарын екінші жел дөңгелегі қарымталап отырады.

Сонымен бірінші жел дөңгелегінің қосымша жел ағынын тудыруының арқасында екінші жел дөңгелегінің жұмыс істеу тиімділігі артатынын көреміз. Бұл қосымша ағын жел ағынын қолдану коэффициентін айтарлықтай арттырады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Жел генераторларының екі роторлы моделі жел ағыны төмен аймақтарда қолдануға ыңғайлы. Практикалық түрде бірроторлы жел қондырғысы 60 % жел энергиясын қолданып, ал 40 % потенциалды энергия көзі бос қалады, бірақ қолданылмаған жел ағынын пайдаға асыру екінші роторды орнату арқылы шешімін табуға болады.

ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 **Обозов, А. Дж., Невенчанный, Ю. В.** и др. «To the estimation of theoretical practical and experimental approach to bi-wheel-wind power installation». // Fourth International Congress. – Baku. – Azerbaijan Republic, 1997. – С. 523.

2 **Тлеуов, А. Х., Тлеуов, Т. Х.** Использование нетрадиционных видов энергии в Казахстане. – Алматы : Белим, 1998. – С. 42.

3 **Фатеев, Е. М.** – Ветро двигатели и ветроустановки – М. : 1948.

Материал 11.12.17 баспаға түсті.

Ж. Д. Досанкулов, А. Б. Ержигитов

Повышение энергоэффективности традиционных горизонтальных ветроустановок

Факультет электроэнергетики,
Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина»,
г. Астана, 010000, Республика Казахстан.
Материал поступил в редакцию 11.12.17.

Z. D. Dosankulov, A. B. Yerzhigitov

Improving the energy efficiency of traditional horizontal wind turbines

Faculty of electrical Engineering,
S. Seifullin Kazakh Agro Technical University,
Astana, 010000, Republic of Kazakhstan.
Material received on 11.12.17.

В настоящей статье рассмотрен вопрос повышения энергоэффективности традиционных горизонтальных ветроустановок. Большинство горизонтальных ветроустановок являются однороторными, обеспечивающие простоту, надежность и долговечность работы. Тем не менее, существуют физические ограничения на количество энергии, которое может быть использовано из воздушного потока с помощью однороторной ветровой установки. Основным недостатком ВЭУ с горизонтально-осевым ветродвигателем является то, что они начинают производительно работать при малых скоростях ветра, что влияет на эффективность их использования. Одной из наиболее перспективных задач в малой ветроэнергетике является создание ветроустановок с двумя ветроколесами, вращающимися в

противоположные стороны. В этом случае достигается увеличение генерации мощности от определенного ветрового потока одним генератором. Это решение позволяет использовать не только минимальные скорости ветра и улучшить пусковые характеристики агрегата, но и повысить устойчивость выработки электроэнергии.

In this article, the issue of improving the energy efficiency of traditional horizontal wind generating turbines is considered. Most horizontal wind turbines are one-rotor, providing simplicity, reliability and durability of operation. Nevertheless, there are physical limitations on the amount of energy that can be used from the air flow with a single-rotor wind farm. The main disadvantage of a wind turbine with a horizontal-axial wind turbine is that they begin to operate efficiently at low wind speeds, which affects the efficiency of their use. One of the most promising tasks in small wind power engineering is the creation of wind turbines with two wind turbines rotating in opposite sides. In this case, an increase in the generation power is achieved from a particular wind flow by a single generator. This solution allows us to use not only the minimum wind speed and improve starting characteristics of the unit, but also to increase the stability of the production electricity.

М. А. Елубай¹, Д. Т. Толегенов², Н. Т. Умурзаков³

¹к.х.н., доцент, Факультет химических технологий и естествознания, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

²преподаватель, Факультет химических технологий и естествознания, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

³магистрант, Факультет химических технологий и естествознания, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан

e-mail: ¹madik_chimik@mail.ru; ²www.dika-92@mail.ru;

³Nursultan.Umurzakov@mail.ru

**ПОЛУЧЕНИЕ ПЕНОПОЛИУРЕТАНОВ НА ОСНОВЕ
ВТОРИЧНОГО ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА**

В статье приведен процесс получения пенополиуретанов (ППУ) на основе вторичного полиэтилентерефталата. Установлено, что пенополиуретан среди теплоизолирующих материалов обладает наиболее низким коэффициентом теплопроводности ($\lambda=0,022$ Вт/м °С) и высокими гидроизолирующими свойствами. ППУ химически нейтрален к кислотным и щелочным средам. Пенополиуретан напыляется практически на любые материалы: дерево, стекло, металл, бетон, кирпич, краску, не зависимо от конфигурации поверхности. В результате этого отсутствует необходимость в специальном крепеже изоляции. В результате работы проведены систематические исследования по изучению процесса вторичного полиэтилентерефталата. Выявлено, что полученные пенополиуретаны обладают хорошими потребительскими свойствами, такими как, прочность при сжатии, масло-, теплостойкость, и пониженной горючестью, а главное – могут значительно снизить стоимость ППУ на основе вторичного полиэтилентерефталата (ПЭТФ).

Ключевые слова: пенополиуретаны, полиэтилентерефталат, полиольный компонент, теплоизолятор.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время к полиуретанам относят обширный класс полимеров, зачастую сильно отличающихся химической природой, строением цепи и свойствами, но неизменно содержащих уретановые группы $-\text{NHCOO}-$. Полиуретаны являются универсальным материалом: на основе полиуретанов изготавливают эластичные, полужесткие и жесткие материалы. Полиуретаны перерабатывают практически всеми существующими технологическими методами: экструзией, прессованием, литьем, заливкой. На их основе получают все известные типы материалов и изделий: наполненные, армированные, вспененные, ламинированные, в виде плит, листов, блоков, профилей, волокон, пленок. Наконец, изделия и конструкции на основе полиуретанов используют во всех без исключения отраслях промышленности.

Полиуретаны широко применяются в производстве клеев, герметиков и покрытий. К последним относятся и алкидные лаки, отверждаемые изоцианатами, полиуретановые лаки и уретановые каучуки, использующиеся для дублирования тканей и других субстратов. Эти материалы отлично зарекомендовали себя во многих областях. Благодаря технологичности и исключительной долговечности, эти материалы всё время находятся в поле зрения изготовителей изделий из полиуретановых материалов. Возможности получения столь разнообразных материалов заложены в особенностях химического строения полиуретанов и неограниченных возможностях регулирования их структуры. Путем изменения степени сшивания теоретически можно получать полимеры с любыми физико-механическими свойствами, характерными для пластиков – от термопластичных до термореактивных [1].

Цель работы заключается в синтезе и исследовании процесса вторичного полиэтилентерефталата для получения пенополиуретана.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Пенополиуретан получают взаимодействием полиизоцианата с полиольным компонентом, содержащим вторичный полиэтилентерефталата, растворенный в триэтаноламине или в смеси моно-, ди-, трихлоруксусной кислот, в количестве не более 67 мас. % от общей массы полиольного компонента. При этом взаимодействие осуществляют при соотношении полиольный компонент: полиизоцианат, как 1:1–1:2. Зависимость эффективной теплопроводности твердых ППУ, полученных с использованием в качестве пенообразователя смеси н-пентан/изопентан (75/25), от условий подачи массы и вспенивающего средства.

Показано, что при изменении плотности ППУ в пределах 33–37 кг/м³ теплопроводность меняется в пределах ± 25 мВт/м К. Композиция для

улучшения адгезии в ППУ вводят измельченный до 2,5–4 (0,5–1) мм камень, стекло, известняк и т.п. в количестве 100–700 мл на 100 мл пенополиуретана. Оборудование для заливки ППУ могут быть и высокого и низкого давления, позволяющие получать пенополиуретановые изделия в пресс форме – скорлупа ППУ, панели и плиты ППУ, элементы для автомобилей и для мебели, декор [2].

Пенополиуретан позволяет создать монолитное, полностью гидроизолирующее покрытие трубы. Дополнительной защиты не требуется – только покраска для защиты от прямых солнечных лучей.

Применение пенополиуретана позволяет решить практически все проблемы, связанные с теплоизоляцией трубопроводов:

- приведение теплопотерь к нормируемым величинам, что дает значительную экономию денежных средств при транспортировке тепла;
- решение вопроса защиты теплосетей от варварского разграбления;
- увеличение срока службы теплоизоляции до 25–30 лет без какого-либо значительного изменения ее свойств;
- многократное уменьшение затрат на монтаж изоляции и ее эксплуатацию в дальнейшем;
- эстетичный внешний вид, позволяющий изолировать теплотрассы в городской черте, не уродуя архитектурный облик города.

Установлено, что пенополиуретан среди теплоизолирующих материалов обладает наиболее низким коэффициентом теплопроводности ($\lambda=0,022$ Вт/м °С) и высокими гидроизолирующими свойствами (до 99 % закрытых пор), позволяющими использовать его как кровельный материал. ППУ химически нейтрален к кислотным и щелочным средам. Класс горючести Г2. Пенополиуретан обладает высокой стойкостью по отношению к химическим соединениям [3]. Сравнение характеристик ППУ с другими теплоизоляторами представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение характеристик ППУ с другими теплоизоляторами

Теплоизолятор	Средняя плотность (кг/кб.м)	Коэффициент теплопроводности (Вт/м*К)	Пористость	Срок службы (лет)	Рабочая температура (°С)
ППУ жесткий	30–150	0,019–0,028	Закрытая	20	–160..+150
Пробковая плита	220–400	0,5–0,6	Закрытая	3	–30..+90
Пенополистирол	40–150	0,04–0,06	Закрытая	15	–100..+80
Мин. вата	55–150	0,052–0,058	Открытая	5	–40..+120
Пенобетон	250–400	0,145–0,160	Открытая	10	–30..+120

Из таблицы 1 видно, что жесткий ППУ обладает самым низким на сегодняшний день значением теплопроводности среды всех известных теплоизоляционных материалов: от 0,019 Вт/м И. до 0,028 Вт/м. И поэтому

теплоизолирующая способность жесткого ППУ очень велика при малой толщине изоляционного слоя. Благодаря таким свойствам жесткий ППУ пригоден для решения всех профессиональных теплоизоляционных задач, которые по техническим и экономическим причинам требуют оптимальной экономии энергии. В таблице 2 показано технические характеристики ППУ.

Таблица 2 – Технические характеристики пенополиуретанов (ППУ)

№ п/п	Наименование показателей	Величина для различных марок пенополиуретанов
1	Кажущаяся плотность кг/кб.м	18..300
2	Теплопроводность, Вт/м*К	Не более 0,019..0,03
3	Разрушающее напряжение, МПа, не менее	При сжатии 0,15..1,0 при изгибе 0,35..1,9
4	Водопоглощение, % объема	1,2..2,1
5	Количество закрытых пор	Не менее 85..95
6	Горючесть	ГОСТ 12.1.044 (трудногорючие)

Преимущества ППУ:

- низкий коэффициент теплопроводности (0,019–0,028 Вт/М*К);
- легкий вес 40–60 кг/м³;
- высокая адгезионная прочность;
- нет необходимости в крепежных элементах;
- отличная антикоррозийная защита металлоконструкций;
- отсутствие мостиков холода;
- возможность изоляции конструкций любой конфигурации и размеров;
- долговечность покрытий (не подвержены разложению и гниению, не разрушаются под воздействием сезонных температурных колебаний, атмосферных осадков, агрессивной промышленной атмосферы);
- высокая экологичность пенополиуретана (ППУ) (по гигиеническим нормам разрешено применение в холодильной технике для продовольственных продуктов);
- методом заливки ППУ в пресс-форму можно получать формованные теплоизоляционные блоки («скорлупы» для трубопроводов, плиты, сэндвич-панели и т.д.).

Пенополиуретан напыляется практически на любые материалы: дерево, стекло, металл, бетон, кирпич, краску, не зависимо от конфигурации поверхности. В результате этого отсутствует необходимость в специальном крепеже изоляции [2]. Кроме того, пенополиуретановое покрытие инертно к кислотным и щелочным средам, может работать в грунте, использоваться как кровельный материал. Единственное, что требует пенополиуретан – защиты от прямых солнечных лучей.

Огнестойкость ППУ. Пенополиуретан относится к классам горючести Г1–Г4. Поскольку в компоненты для получения ППУ включены антипирены, то он горит только там, куда попадает пламя внешнего источника огня, и горит до тех пор, пока это пламя есть. Если убрать факел – ППУ гаснет и не тлеет.

Кроме того, пенополиуретан обладает уникальным свойством предотвращения распространения огня: он обугливается и коксуеться только там, где на него воздействует открытое пламя.

Устойчивость ППУ к химикатам. Жесткий ППУ в значительной степени устойчив к встречающимся в практическом применении растворителям, размягчителям, топливам, минеральным маслам, разбавленным кислотам и щелочам, отработанным газам и к агрессивной рабочей атмосфере. В отличие от других материалов, встречающихся на стройплощадке, жесткий ППУ демонстрирует химически нейтральное и некоррозийное поведение [4].

Пенополиуретаны получают путем вспенивания смеси химических веществ (рисунок 1). Происходит реакция, в результате которой создается ячеистая структура с газонаполненными ячейками, что отличает их от материалов твердого или плотного состава. Количество и размер этих газовых пузырей влияет на плотность и физические свойства полученного пеноматериала.



Рисунок 1 – изоцианат + полиол + вспениватель = пенополиуретан

Хотя есть много вариантов оборудования для получения пеноматериалов, базисный процесс для производства пенополиуретана аналогичен для всех типов материала, за исключением получения пенополиуретана методом напыления, который производится на месте его будущей эксплуатации [3]. Основной метод производства пенополиуретана состоит из следующих блоков: хранение и подготовка сырьевых материалов (включая пенообразователь); дозирование материалов (включая пенообразователь) для получения необходимой рецептуры; смешивание материалов и дозированная заливка смеси компонентов полиуретана в пресс-форму или подача смеси

на конвейер для заливки в подготовленные полости изделий; и, наконец, затвердение или заключительная обработка (рисунок 2).

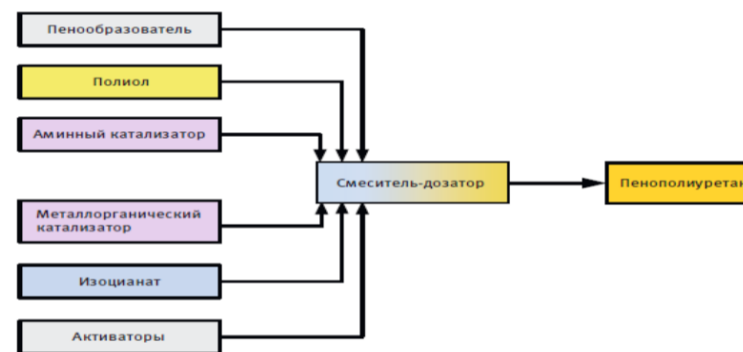


Рисунок 2 – Первичные компоненты пеноматериалов

Сырье содержится в индивидуальных резервуарах из нержавеющей стали, где оно перемешивается для предотвращения отверждения, а теплообменниками поддерживается температура компонентов на уровне, необходимом для осуществления реакции. Каждый резервуар оборудован дозирующим устройством для подачи с помощью насосов определенного количества материалов, участвующих в реакции, и поддержания в смеси заданного соотношения компонентов. Типовое соотношение полиола к изоцианату 1:2. Так как соотношение компонентов определяет будущие характеристики полимера, процесс дозирования должен быть тщательно проконтролирован.

На современном оборудовании это осуществлено с помощью компьютеризированной панели управления. Реагенты могут подаваться через теплообменники для поддержания необходимой температуры реакции. Главные компоненты подаются в смеситель или смесительную головку, где они вступают в реакцию с образованием полиуретана [4, 5]. К тому времени, когда жидкая смесь подана в пресс-форму, полиуретан уже химически сформирован. Пенообразователь может быть заранее перемешан с полиолом или же добавлен в смеситель или смесительную головку под давлением. Смесь полиола и вспенивателя может быть приготовлена на месте в качестве одной из стадий производства пеноматериала или она может поставляться в бочках фирмами-поставщиками в виде готовых рецептов и полиуретановых систем (часто полиол и пенообразователь). Такая форма обеспечения сырьем очень важна для мелких и небольших предприятий, которые не имеют возможности готовить свои собственные полиуретановые системы.

ВЫВОДЫ

В результате работы проведены систематические исследования по изучению процесса вторичного полиэтилентерефталата. Выявлено, что полученные пенополиуретаны обладают с хорошими потребительскими свойствами, такими как, прочность при сжатии, масло-, теплостойкость, и пониженной горючестью, а главное – значительно снизить стоимость ППУ на основе вторичного полиэтилентерефталата (ПЭТФ).

Исследовали зависимость эффективной теплопроводности твердых ППУ, полученных с использованием в качестве пенообразователя смеси. Полученные результаты сравнивали с данными, опубликованными в литературе.

Выявлено, что эффективнее пенополиуретанов только вакуумная изоляция, но она несравнимо дороже и технологически труднореализуема.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Ахметханов, Р. М.** Вторичная переработка отходов поливинилхлорида с использованием метода упруго-деформационного диспергирования/ Р. М. Ахметханов, Р. Г. Кадыров, К. С. Минскер // Пластические массы. – 2002. – № 4. – С. 45–46.

2 **Ямпольский, В. Б.** Способ переработки отходов производства литьевых полиуретанов в клеевые композиции/ В. Б. Ямпольский, Г. Ю. Сечина // Пластические массы. – 2001. – № 5. – С. 41–42.

3 **Миронович, Л. М.** Интерполимерная композиция на основе отходов зонтичной ткани, содержащих поликапроамид и полиэтилентерефталат / Л. М. Миронович, А. А. Павленко // Пластические массы. – 2007. – № 9. – С. 48–49.

4 **Порфирьева, С. В.** Утилизация отходов поликапроамида при получении полиуретанов / С. В. Порфирьева и др. // Пластические массы. – 2008. – № 4. – С. 55–56.

5 **Матвеев, К. С.** Рециклинг интегральных полиуретановых композиций/ К. С. Матвеев, Г. Н. Солтовец, А. Н. Буркин // Пластические массы. – 2002. – № 10. – С. 46–48.

Материал поступил в редакцию 11.12.17.

М. А. Елубай, Д. Т. Толегенов, Н. Т. Умурзаков

Екінші реттік полиэтилентерефталаттың негізінде пенополиуретанды алу

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.

Материал 11.12.17 баспаға түсті.

М. А. Yelubay, D. T. Tolegenov, N. T. Umurzakov

Obtaining of polyurethane foams based on recycled polyethylene terephthalate

S. Toraighyrov Pavlodar State University,
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.

Material received on 11.12.17.

Мақалада екінші реттік полиэтилентерефталаттың негізінде көбік полиуретан (КПУ) алу үрдісі келтірілген. Жылу оқшаулағыш материалдардың арасында көбік полиуретан жылу өткізгіштігінің ең төмен коэффициенті ($l=0,022 \text{ Вт/м}^\circ\text{C}$) және жоғары гидрооқшаулағыш қасиетерге ие. Көбік полиуретан қышқылдық және сілтілі ортаға химиялық бейтараптайды. Бетінің конфигурациясына қарамастан полиуретан көбік кез-келген материалға бүркіледі: ағаш, шыны, металл, бетон, кірпіш, бояу. Нәтижесінде, арнайы оқшауламалар бекітілмейді. Жұмыстың нәтижесінде қайталама полиэтилентерефталат процесін зерттеу үшін жүйелі зерттеулер жүргізілді. Алынған полиуретанды көбіктердің тұтыну сипаттамалары, мысалы, қысылған беріктік, май, ыстыққа төзімділік және азайтылған тұтанғыштық сияқты жақсы қасиеттері бар екені анықталды, және ең бастысы, қайталама полиэтилентерефталат негізінде (КПУ) құнын азайту.

The article describes the process of obtaining polyurethane foams (PUF) on the basis of secondary polyethylene terephthalate. It has been established that foam polyurethane among heat-insulating materials has the lowest coefficient of thermal conductivity ($l=0,022 \text{ Wt / m}^\circ\text{C}$) and high waterproofing properties that allow it to be used as a roofing material. PPU is chemically neutral to acidic and alkaline media. Polyurethane foam is sprayed on almost any material: wood, glass, metal, concrete, brick, paint, regardless of the surface configuration. As a result, there is no need for special insulation fasteners. As a result of the work, systematic studies were carried out to study the process of secondary polyethylene terephthalate. It has been revealed that the obtained polyurethane foams have good consumer properties, such as compressive strength, oil and heat resistance, and low combustibility, and, most importantly, significantly reduce the cost of polyurethane terephthalate (PET) polyurethane foam.

Н. М. Кабдуалиев¹, Е. А. Смагулов²

¹доктор PhD, кафедра «Теплоэнергетика», Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

²магистрант, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан

e-mail: ¹kaznar@mail.ru; ²sm_e@bk.ru

**ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ
НЕТРАДИЦИОННЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ЭНЕРГИИ
С УСЛОВИЯМИ РАЗВИТИЯ ЭТИХ УСЛУГ
ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ**

В статье представлена разработка системы теплоснабжения жилых зданий нетрадиционными источниками энергии с условиями развития этих услуг для населения. Изучение нетрадиционных источников энергии является актуальной задачей на современном этапе развития человечества, когда стала понятна необходимость поиска новых источников энергии взамен прежних, основанных на углеводородных ископаемых, использование которых сильно загрязняет атмосферу вредными выбросами и влечет за собой изменение глобальных климатических условий.

Цель работы: проведение анализа состояния и перспектив использования новых технологий нетрадиционных источников энергии, рассмотрение механизма реализации внедрения этих технологий в системах теплоснабжения жилых зданий.

Задачи работы: 1 Исследовать виды нетрадиционных источников энергии используемых для теплоснабжения жилых зданий;

2 Разработать оптимальную для Казахстана систему теплоснабжения жилых зданий нетрадиционными источниками энергии.

Ключевые слова: теплоснабжение, нетрадиционные источники энергии, тепло.

ВВЕДЕНИЕ

Как известно, в течение длительного периода тепловое хозяйство Республики Казахстан, особенно городов и крупных населенных пунктов,

развивалось по пути концентрации тепловых нагрузок. В настоящее время около 70 % тепловых потребителей жилищно-коммунального фонда получают тепловую энергию от систем централизованного теплоснабжения, а основными теплоисточниками являются отопительные котельные.

На отопление и ГВС, вентиляцию гражданских зданий в Республике Казахстан расходуется, по оценкам специалистов, около 30 % всего добываемого в стране топлива. В жилищно-коммунальном хозяйстве в настоящее время эксплуатируются сотни (включая ведомственные) котельных, вследствие чего в большинстве городов страны сложилась крайне неблагоприятная обстановка с содержанием энергетического хозяйства, где свыше 40 % бюджета города расходуется на теплоснабжение.

Развитие рыночных отношений в Казахстане коренным образом меняет принципиальные подходы к выработке и потреблению всех видов энергии. В условиях постоянного роста цен на энергоресурсы и их неизбежного сближения с мировыми ценами проблема энергосбережения становится по-настоящему актуальной, во многом определяющей будущее отечественной экономики.

Постепенное увеличение доли децентрализованного теплоснабжения, максимальное приближение источника тепла к потребителю, учёт потребителем всех видов энергоресурсов позволят не только создать потребителю более комфортные условия, но и обеспечить реальную экономию топлива.

Децентрализация теплоснабжения (ДТ) – это автономное обеспечение теплом и горячей водой индивидуального дома или отдельной квартиры в многоэтажном здании, наиболее радикальный, эффективный и дешёвый способ устранения многих недостатков. Обоснованное применение ДТ, в сочетании с энергосберегающими мероприятиями при строительстве и реконструкции зданий, даст большую экономию энергоресурсов в Казахстане.

Экономически целесообразное решение энергетической проблемы – использование нетрадиционных источников энергии.

Актуальность темы подтверждает тот факт, что современные технологии позволяют использовать нетрадиционные источники энергии круглый год, и потому в настоящее время такие системы получили эффективное применение в автономных системах теплоснабжения.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Рост потребления электрической и другой энергии как внутри Казахстана, так и у ближайших соседей, приведет к необходимости введения в строй новых мощностей и росту цен.

Инвестиции в строительство новых ТЭС, работающих на угле и углеводородах, будут означать усугубление экологических проблем и

потерь на электрических сетях. В этой ситуации концепция децентрализации теплоснабжения на основе использования местных возобновляемых источников энергии могла бы быть экономической альтернативой централизованному теплоснабжению, особенно для отдаленных районов, испытывающих дефицит электроэнергии.

Что же представляют собой нетрадиционные источники энергии в Казахстане?

Геотермальная энергетика. Одним из нетрадиционных источников более дешевой энергии, нашедшим широкое применение в ведущих странах мира на рубеже XX–XXI веков, являются теплонаноные установки (далее – ТНУ) – установки, которые производят в 3–7 раз больше тепловой энергии, чем потребляют электрической на привод компрессора, и поэтому считаются наиболее эффективными источниками высокопотенциальной теплоты.

РК располагает значительными ресурсами *энергии ветра*. Наиболее эффективно использовать ветроэнергетические агрегаты и системы в зонах, где скорости ветра больше 6 м/с.

Биоэнергетика выгодно отличается от других нетрадиционных источников непрерывностью процесса поступления ресурса (бытовые отходы, навоз, канализационные стоки и отходы растениеводства и лесоводства).

Гелиоэнергетика. Потенциальный уровень потока энергии на всей территории Казахстана составляет 1 трлн. кВт/ч. На базе фотопреобразователей при возможной суммарной мощности гелиоэлектростанций 2500 МВт потенциально возможная выработка составляет 2,5 млрд. кВт/ч/год. Использование энергии солнца для полного теплоснабжения жилого дома неэффективно. В связи с этим, предлагаю рассмотреть установку солнечных коллекторов на крыше здания для удовлетворения потребности в теплоснабжении жилых зданий в период весна–лето–осень.

Рассмотрим основные типы солнечных коллекторов.

Воздушные. Такое отопление происходит благодаря парниковому эффекту. Ультрафиолетовые лучи проходят сквозь стекло, поликарбонатную плоскость или полиэтиленовую пленку и поглощаются специальным теплоприемником, имеющим черный цвет.

Подвижные коллекторы. Такое оборудование наиболее эффективное, оно способно выполнять слежение за солнцем. Еще из школьного курса физики мы знаем, что солнечный свет неравномерно распределен по небесной площади. Его предельное количество сосредоточено в самом направлении к солнцу. Исключения могут быть лишь облачную или туманную погоду.

Коллекторы плоского типа. Это самые распространенные представители. Представляют собой неподвижный черный ящик, который застеклен.

Он имеет низкую стоимость и высокую эффективность. Если солнце располагается не более тридцати градусов к ящику, то при ясной и солнечной погоде они могут работать до восьми часов.

Трубчатые коллекторы. В таких приспособлениях элемент для нагрева – это черная труба, в ней располагается вода – теплоноситель. Поверх трубы улаживаются теплоизоляционные материалы. Такой прибор наиболее эффективен в промежутках времени между 7 и 17 часами астрономического времени.

Солнечные концентраторы. Отличаются от предыдущих моделей наличием рефлекторов (отражателей и зеркал). Они занимают фокусировкой света с большой площади на поглощающий элемент. Это приспособление позволяет увеличить мощность солнечных лучей в несколько раз.

При установлении солнечного коллектора, используемого для обеспечения зданий теплоснабжением, важным элементом в гелиоустановке является электронный контроллер разности температур Solatrol.

Электронный контроллер разности температур для установок с приготовлением горячей воды двумя видами энергии: с помощью солнечной энергии и водогрейных котлов для жидкого и газообразного топлива. С цифровой индикацией температуры балансированием мощности и системой диагностики. Solatrol – E включает:

- датчик температуры коллектора
 - датчик температуры емкостного нагревателя
 - панель для настенного монтажа
- Технические данные:
- Номинальное напряжение – 230 В.
 - Номинальный ток – 6 А.
 - Номинальная частота – 50 Гц.
 - Потребительская мощность – 5 Вт.

Конструкция:

В состав Solatrol – E входят: электроника, выключатель установки, переключатель режимов работы, переключатель точек измерений и задатчик.

При достижении соответствующей разности температур Solatrol – E включает циркуляционный насос контура солнечной установки для приготовления горячей воды. Температура в емкостном водонагревателе ограничивается электронным ограничителем температуры он выключает циркуляционный насос контура солнечной установки.

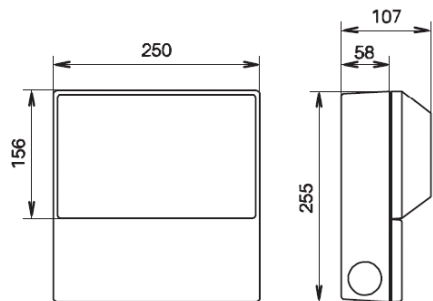


Рисунок 1 – Общий вид и размеры электронного контроллера разности температур Solatrol

Итак, по данным вышеуказанных материалов для обеспечения жилого дома ГВС, мы останавливаем свой выбор на плоских коллекторах, потому что они имеют достаточно высокий КПД и способны покрывать нагрузку почти весь год. К тому же плоские коллекторы дешевле остальных видов в 2,5–3 раза.

Гелиосистема СК «Lunar» предназначена для нагрева теплоносителя (вода, антифриз и др.) путем прямого поглощения солнечной энергии. Отличительной особенностью солнечного коллектора СК «Lunar» является его цельносварная поглощающая панель на основе специально разработанного алюминиевого профиля из коррозионностойкого сплава с нанесенным на него многослойным селективным поглощающим покрытием. Селективное покрытие выполнено методом напыления в вакууме и обеспечивает рекордную степень поглощения солнечной энергии для конструкции солнечных коллекторов такого типа.

Таблица 1 – Основные технические характеристики гелиосистемы (солнечного коллектора) СК «Lunar»

Габаритные размеры гелиосистемы, мм (без патрубков)	2070×1145×90
Габаритная площадь, м ² (без патрубков)	3,2
Апертурная площадь, м ²	2,1
Вес (сухой), не более, кг	47
Объём каналов поглощающей панели, л.	1,76
Максимальное давление теплоносителя гелиосистемы, МПа,	10
Эффективность солнечного коллектора	74 %

Расчетный срок эксплуатации гелиосистемы (солнечного коллектора): 25 лет.

Конструкция гелиосистемы СК «Lunar» совместима с любыми источниками водопровода и тепло-обогрева, позволяет обеспечивать раздельное или совмещенное горячее водоснабжение и поддержание системы отопления жилого дома или производственного здания, рассчитана на всесезонное использование, снижает энергозатраты на отопление объектов до 40–50 %.

Так как габаритная площадь солнечного коллектора «Lunar» равна 3,2 м², а необходимая площадь солнечных энергетических коллекторов 16,46 м², то необходимо приобрести 30 коллекторов фирмы «Lunar». Площадь монтажа одного коллектора 2,87 м². Солнечный коллектор с площадью 16,46 м² имеет площадь монтажа 47,24 м², при этом солнечный коллектор состоит из 8 параллельных блоков, а каждый блок составлен из 2 последовательных секций. Удельное гидравлическое сопротивление трубы диаметром 10/12 при эффективном коэффициенте шероховатости $k_z=0,5$ мм равно 3320,4 мм·ч²/м⁶·м.

Выбираем солнечный бак аккумулятор со встроенным трубчатым электронагревателем (ТЭН). Баки-аккумуляторы навесные вертикальные «Buderus», рабочее давление до 0,6 Мпа (6 Атм.).

Таблица 2 – Технические характеристики теплового аккумулятора

Модель	Объём, л	Емкость змеевика, л	Мощность теплообменника, кВт	Фланец ТЭНа	Потери энергии, кВтч/24ч	Вес, кг	Размеры, см
OW-E 120.12	120	4,07	14	нет	2,0	8	114x44

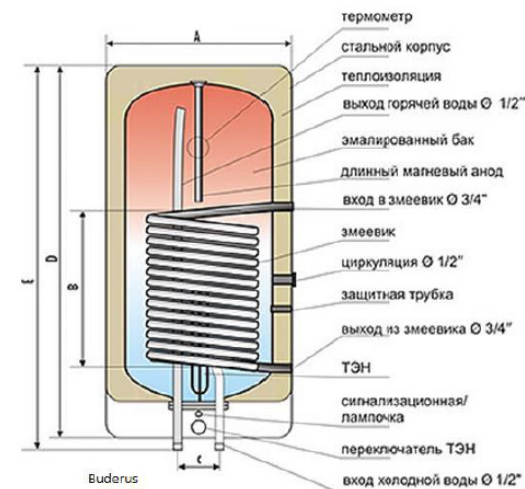


Рисунок 2 – Тепловой аккумулятор «Buderus»

Выбор производится по каталогу «оборудование Willo». По расходу воды и потере напора выбираем насос Wilo-Star RS 25/2 с тремя ступенями регулирования и максимальной мощностью 45 Вт.



Рисунок 3 – Циркуляционный насос Wilo-Star RS 25/2

Общие характеристики циркуляционного насоса Wilo-Star-RS 25/2:

Тип: поверхностный циркуляционный

Максимальный напор: 2 м

Пропускная способность: 2,2 куб. м/час

Напряжение сети: 220/230 В

Потребляемая мощность: 49 Вт

Номинальная мощность: 9 Вт

Годовая потребность дома в горячем теплоснабжении составляет 430 Гкал/год.

На данный момент потребность в горячем водоснабжении покрывается за счет центрального теплоснабжения.

Предлагаю установить солнечные коллектора на крыше здания для частичного удовлетворения потребности в теплоснабжении на период весна–лето–осень. Рассчитать себестоимость тепловой энергии, выработанной солнечными коллекторами.

Составляющие, соответственно, капвложения в плоский солнечный коллектор, бак-аккумулятор, циркуляционный насос, затраты на строительно-монтажные работы, затраты на текущий ремонт, затраты на общепроизводственные расходы и на электрическую энергию для насоса.

Преимущества Lunar 4.0:

– Герметично закрытая рама, заполненная аргоном;

– Эффективность с первого солнечного луча, поскольку стекло не запотекает;

- Высокая эффективность: абсорбирующая поверхность с высокоселективным вакуумным покрытием;
- Долговечность абсорбирующего слоя, защищенного от коррозии и влаги.

ВЫВОДЫ

Использование нетрадиционных возобновляемых источников энергии в системе автономного теплоснабжения оказались выгодным решением проблемы энергосбережения. Солнечные установки отлично зарекомендовали себя в системе горячего водоснабжения, что позволяет экономить электроэнергию и расход на топливо, а также минимизирование риска загрязнения окружающей среды.

Подводя итоги можно сказать, что использование солнечных коллекторов является оптимальным решением для теплоснабжения жилых зданий в экономическом и экологическом планах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Парамонов, С. Г.** Методические указания к выполнению курсовой работы для студентов специальности 5В071700–Теплоэнергетика специализации «Тепловые электрические станции», «Промышленная теплоэнергетика». – Алматы : АУЭС, 2013. – 17 с.

2 **Алиярова, М. Б., Джунусова, Л. Р.** «Централизованные и автономные системы энергоснабжения». Методические указания к выполнению расчетно-графических работ для студентов всех форм обучения специальности 5В071700–Теплоэнергетика. – Алматы : АУЭС, 2012. – 15 с.

3 Послание Президента РК – Лидера нации Н. А. Назарбаева народу Казахстана. Стратегия «Казахстан – 2050» Новый политический курс состоявшегося государства.

4 Материалы 7-ой конференции по пассивным домам и зданиям с низким энергопотреблением. «Технологии проектирования и строительства энергоэффективных зданий Passive House». – М., 2012.

5 www.gakz.kz

6 www.akorda.kz

Материал поступил в редакцию 11.12.17.

H. M. Kابدuалиев¹, E. A. Смагулов²

Тұрғындар үшін осы қызметтерді дамыту шарттарымен энергияның дәстүрлі емес қайнар көздерімен тұрғын ғимараттарды жылумен қамтамасыз ету

^{1,2}S. Toraihyrov атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.
Материал 11.12.17 баспаға түсті.

N. M. Kabdualiyev¹, Y. A. Smagulov²

Heating residential buildings with non-traditional sources of energy with the terms of the development of these services to the population

^{1,2}S. Toraihyrov Pavlodar State University,
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.
Material received on 11.12.17.

Мақалада дәстүрлі емес энергия көздері бар тұрғын үйлер үшін жылумен жабдықтау жүйесін дамыту қарастырылған. Баламалы энергия көздерін зерттеу, бұл көмірсутегі ресурстарын негізделген, жаңа энергия көздері ескі ауыстыру қажеттілігі айқын болды, адам дамуының қазіргі кезеңінде өзекті міндет, қатты зиянды шығарындылар атмосфераға ластайтын және жаһандық климатты өзгеруіне байланысты, оның пайдалану болып табылады.

Жұмыстың мақсаты: дәстүрлі емес энергия көздерінің жаңа технологияларын қолданудың жай-күйін және перспективаларын талдау, тұрғын үйдің жылумен жабдықтау жүйелерінде осы технологияларды енгізу механизмін қарастыру.

Жұмыстың міндеттері: 1 Тұрғын үйді жылумен жабдықтау үшін пайдаланылатын дәстүрлі емес энергия көздерінің түрлерін зерттеу;

2 Дәстүрлі емес энергия көздері бар тұрғын үйлер үшін жылумен жабдықтаудың қазақстандық жүйесі үшін оңтайлы әзірлеу.

The article presents the development of a heat supply system for residential buildings with non-traditional energy sources with the conditions for the development of these services for the population. The study of non-traditional sources of energy is an urgent task at the present stage of human development, when it became clear the need to search for new energy sources in place of the former, based on hydrocarbon fossils,

the use of which strongly pollutes the atmosphere with harmful emissions and entails a change in global climatic conditions.

The purpose of the work: conducting analysis of the state and prospects of using new technologies of non-traditional energy sources, consideration of the mechanism for implementing these technologies in heat supply systems of residential buildings.

Objectives of work: 1 To study the types of non-traditional energy sources used for heat supply of residential buildings;

2 To develop a system of heat supply for residential buildings with non-traditional energy sources optimal for Kazakhstan.

Р. Т. Кабылдинов

магистрант, Факультет химических технологий и естествознания, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан
e-mail: kabyldinov_90@mail.ru

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ НА УСТАНОВКЕ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ ЗА СЧЕТ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА БЛОКА НАГРЕВА НЕФТИ

В данной статье рассмотрены проблемы увеличения потребления водяного пара на распыл топливного мазута на технологических печах установки первичной переработки нефти.

В статье детально рассмотрена технологическая схема процесса нагрева нефти на установке первичной переработки нефти, выявлена и обоснована необходимость дальнейшего изучения проблемы и разработки мероприятий по оптимизации ведения технологического режима на блоке нагрева нефти, способствующих стабилизации температуры топливного мазута после нагрева в теплообменнике Т-117 для снижения расхода водяного пара 7 кгс / см² на распыл жидкого топлива.

По итогам детального рассмотрения и изучения представленной проблемы были предложены наиболее эффективные, с точки зрения затрат на производство продукции, ее качества и объема пути решения повышения энергоэффективности.

Ключевые слова: переработка топлива, нефть, режим, установка, мазут.

ВВЕДЕНИЕ

Снижение энергопотребления и связанного с ним выброса парниковых газов является одним из широко распространенных требований к ведению хозяйственно-производственной деятельности на многих нефтеперерабатывающих предприятиях и является ключевым фактором обеспечения коммерческой рентабельности и соответствия предприятия экологическим требованиям.

Эффективное регулирование энергопотребления не должно рассматриваться как единовременный проект или как независимое от основного бизнеса направление деятельности предприятия. Регулирование энергопотребления должно стать неотъемлемой частью управления технологическим процессом и заводом в целом для достижения оптимального уровня энергопотребления при выполнении поставленных задач по объемам выпускаемых продуктов.

Применение данного метода в работе рассмотрено на примере установки первичной переработки нефти. Полученные на установке фракции служат сырьём для вторичной переработки или являются компонентами товарной продукции. Из них вырабатываются практически все компоненты моторных топлив, смазочных масел, сырье для вторичных процессов и для нефтехимических производств. От работы установки первичной переработки нефти зависит не только выход и качество получаемых нефтяных фракций, но и технико – экономические показатели всего процесса переработки нефти на НПЗ.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Рассмотрим участок технологической схемы (Рисунок 1), а именно процесс нагрева нефти на установке первичной переработки нефти.

Нефть нагревается в вертикально-секционной печи П-101, состоящей из 8 секций. Нефть направляется в печь и проходит через продуктовый змеевик, состоящий из вертикальных труб, расположенных вдоль четырех сторон радиантной камеры печи. Нагрев в печи осуществляется за счет сжигания топливного газа и котельного топлива (мазута).

В поду камер располагаются по 6 комбинированных газомазутных горелок ГКС-4 с паровым распылением жидкого топлива.

Жидкое топливо из линии мазута после холодильников Х-121÷123 секции 100 поступает в емкость жидкого топлива Е-1, далее насосами Н-1, Н-2 подается к печам.

Во избежание застывания мазута предусмотрена его циркуляция по всем участкам трубопроводов и подогрев. Для подогрева мазута служит подогреватель Т-117, в котором мазут подогревается потоком дизельной фракции с 12-й или с 16-й тарелки колонны К-102 или паром 5 кгс/см². Температура мазута после подогревателя Т-117 контролируется прибором поз. 1-116.

Расход мазута на все печи секции замеряется с помощью приборов на линиях прямого мазута Rotamass поз. 3-149 М и обратного мазута Rotamass поз. 3-150М.

Давление пара к горелкам печей контролируется, регистрируется и регулируется прибором поз. 2-111, регулирующий клапан которого поз. 2-111 установлен на линии подачи пара к горелкам печей.

Топливный газ к печам поступает из топливной сети завода, а также существует возможность подачи топливного газа с установки каталитического риформинга или из Е-101, Е-104.

Для удаления конденсата из топливного газа установлен газосепаратор С-101. Для испарения неотделившегося конденсата установлен подогреватель Т-118, подогрев осуществляется паром 5 кгс/см². Температура топливного газа после подогревателя замеряется прибором поз. 1-115.

Давление в линии топливного газа контролируется, регистрируется прибором поз. 2-107 и поддерживается постоянным с помощью регулирующего клапана поз. 2-107. Расход топливного газа на все печи контролируется и регистрируется прибором поз. 3-136. На случай экстренного отключения печей от общей газовой линии и для осуществления аварийных блокировок установлены электрозадвижки «З»-112 к печи П-102 и на вводе топливного газа «З»-109 к печи П-101. Для сброса давления газопроводы подключены к факельной линии на С-101. Уровень в сепараторе С-101 контролируется, регистрируется и регулируется с сигнализацией по максимальному значению прибором поз. 4-139, регулирующий клапан которого поз. 4-139 установлен на линии сброс конденсата в Е-211.

Для поддержания постоянного горения горелок печей П-101, П-102 установлены горелки типа ГКС – 4, работающие на топливном (пилотном) газе, поступающем от линии общего газа на печи от клапанной сборки поз. 2-107. Давление в линии топливного (пилотного) газа контролируется, регистрируется прибором поз. 2-107-2 и поддерживается постоянным с помощью регулирующего клапана поз. 2-107-2.

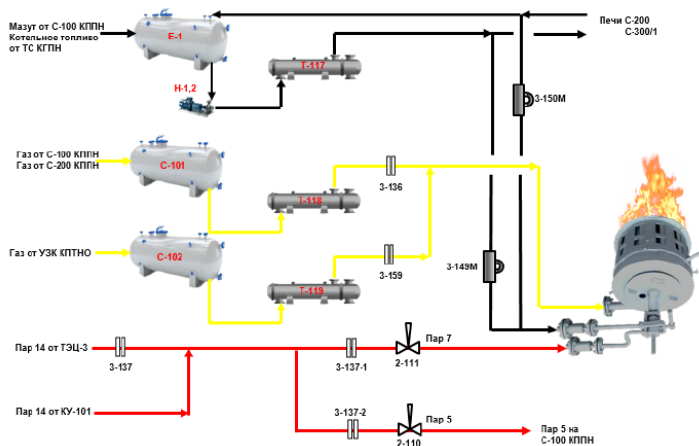


Рисунок 1 – Схема топливных линий и пара

Из вышеописанной схемы топливных линий в процессе горения используется 3 основных компонента:

- котельное топливо (топливный мазут);
- топливный газ;
- пар 7 АТИ (используется для распыла топливного мазута в комбинированных газо-мазутных горелках).

Начиная с октября 2016 г. наблюдается значительное увеличение потребления водяного пара на распыл топливного мазута на технологических печах установки ЭЛОУ-АТ с 8,5 т/ч до 10 т/ч. при стабильной производительности установки по сырью. Это вызвано существенными колебаниями, связанными с изменяющимися условиями технологического процесса, реализацией различных производственных стратегий, а также недостаточным уровнем контроля и невозможностью четкого выявления неэкономичности режимов работы.

При более детальном рассмотрении и изучении поставленной задачи было выявлено, что при снижении температуры топливного мазута после теплообменника нагрева жидкого топлива Т-117, происходит увеличение расхода пара для его распыла в связи с ростом вязкости топливного мазута.

ВЫВОДЫ

По результатам проведенной работы можно сделать вывод, что дальнейшее изучение проблемы и разработки мероприятий по оптимизации ведения технологического режима на блоке нагрева нефти, способствующих стабилизации температуры топливного мазута после нагрева в теплообменнике Т-117 для снижения расхода водяного пара 7 АТИ на распыл жидкого топлива.

Возможность решения задачи путем оптимизации технологического режима будет считаться самым эффективным вариантом, так как оптимизация не затронет замену существующего оборудования, что в конечном итоге положительно отразится на будущих затратах на производство продукции, ее качестве и объемах, следовательно, данный путь повышения энергоэффективности можно рекомендовать к внедрению на нефтеперерабатывающих заводах страны, так и предприятий ближнего зарубежья, уровень технологичности которых не достиг уровня мировых предприятий нефтепереработки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Технологический регламент комбинированной установки ЛК-6У ТОО «ПНХЗ». Книга 5 «Трубчатые печи и котлы утилизаторы».

2 **Гнедой, Н.** Энергоэффективность и определение потенциала энергосбережения в нефтепереработке. – Киев: Наукова думка, 2008. – 182 с. 2. Н. В. Кузнецов, О. А. Дановская. Энергоэффективность и энергетическое обследование промышленных предприятий // Международный журнал экспериментального образования. – 2012. – № 2. – С. 65–66.

3 **Черный, Ю. И.** Основные показатели развития мировой нефтеперерабатывающей промышленности в начале XXI века // Труды РГУ Нефти и газа им. Губкина. – 2011. – № 4 (265). – С. 236–244.

4 **Русских, С. Б.** Энергосбережение: от задачи до решения // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. – 2013. – № 7. – С. 31–32.

Материал поступил в редакцию 11.12.17.

P. T. Kabylidinov

Мұнайды жылдық объектілерінің технологиялық режимін оңтайлану жөніндегі орналасқан мұнайды өңдеу жөніндегі энергияның тиімділігін арттыру

S. Toraighyrov aтындағы Павлодар мемлекеттік университеті,
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.
Материал 11.12.17 баспаға түсті.

R. T. Kabyldinov

Increase of energy efficiency at the installation of primary oil processing for the account of optimization of the technological regime of the oil heater unit

S. Toraighyrov Pavlodar State University,
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.
Material received on 11.12.17.

Бұл мақалада өндіру шеңберінің шикі мұнайды айыру және де шашырату үшін, мазуттан бу шығынын арттыру мәселесі талқыланған.

Мақалада мұнай өңдеу зауытындағы мұнай жылу процесінің технологиялық ағынының диаграммасы туралы, істі одан әрі зерделеу қажеттілігін анықтауды және мұнай жылыту блогында технологиялық режимді қамтамасыз етуді оңтайландыру жөніндегі шараларды әзірлеу, сондай-ақ сұйық отынды бүрку үшін 7 кгс/см^2 бу шығынын азайту үшін, одан әрі жылу алмастырғыштағы T-117 жылытудан кейін мазуттың температурасын тұрақтандыруға көмектесуі туралы егжей-тегжейлі сипатталған.

Ұсынылған мәселені егжей-тегжейлі қарастыру барысында және де зерделеу нәтижесінде де өндіріс шығындарының тұрғысынан қарағанда, оның сапасы мен энергия тиімділігін жақсарту жолдарының көлемі бойынша ең тиімді болып табылады.

In this article, the problems of increasing the consumption of steam for spraying fuel oil on technological furnaces of the primary oil refining plant are considered. The paper describes in detail the process flow diagram of the oil heating process at the primary oil refinery, the need for further study of the problem and the development of measures to optimize the running of the process on the oil heating block, which help stabilize the fuel oil temperature after heating in the T-117 heat exchanger water vapor 7 kgf/cm^2 for spraying liquid fuel.

As a result of detailed consideration and study of the presented problem, the most effective, in terms of costs for production, its quality and the volume of the way to solve energy efficiency improvements were proposed.

А. Д. Кантарбаева¹, Т. И. Крекешева²

¹науч. сотр., Лаборатория аттестации производственных объектов и разработки профессиональных стандартов, РГКП «Республиканский научно исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения РК», г. Астана, 010000, Республика Казахстан;
²к.биол.н., руководитель Лаборатории регламентации в области охраны труда, РГКП «Республиканский научно исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения РК», г. Астана, 010000, Республика Казахстан
 e-mail: lrot@miiot

АНАЛИЗ ПРИЧИН ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

В статье анализируются данные Комитета по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан о производственном травматизме по видам и причинам происшествий на 1000 работающих за 2012–2016 годы. Отмечается нестабильная тенденция снижения показателей производственного травматизма по основным видам происшествий (воздействию движущихся, разлетающихся, вращающихся предметов и деталей, дорожно-транспортным происшествиям, обрушениям, обвалам, падению предметов, материалов, падению пострадавшего с высоты).

Обращается внимание на то, что любую производственную травму следует рассматривать как сигнал о неблагоприятном состоянии производственного участка, где произошел несчастный случай. Обоснование и разработка эффективных мер профилактики производственного травматизма требует глубокого понимания причин возникновения несчастных случаев на производстве.

С позиции организационных, технических, санитарно-гигиенических и личностных причин несчастных случаев на производстве предлагаются меры по их устранению с целью предотвращения подобных случаев в будущем.

Ключевые слова: производственный травматизм, виды происшествий, причины травматизма, профилактика.

ВВЕДЕНИЕ

Успех индустриально-инновационного развития Республики Казахстан (далее – РК) во многом определяет трудовой потенциал страны [1]. В этой связи, обеспечение конституционных прав граждан на здоровые и безопасные условия труда выделяется среди основных задач в трудовом законодательстве РК [2].

В настоящее время, благодаря совместной целенаправленной деятельности работодателей и государства в решении основных задач в области охраны труда, наметилась тенденция к снижению уровня производственного травматизма.

В предупреждении производственного травматизма важная роль принадлежит анализу состояния условий труда и причин произошедших несчастных случаев на производстве. На основе результатов данного анализа можно разработать подходы в решении вопросов снижения показателей производственного травматизма, определить приоритеты для реализации стратегий и программ, направленных на предупреждение несчастных случаев на производстве.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

На основе данных Комитета по статистике Министерства национальной экономики РК [3]. были проанализированы коэффициенты частоты производственного травматизма по видам происшествий и коэффициент частоты производственного травматизма по причинам на 1000 работающих.

Динамика частоты производственного травматизма по видам происшествий на 1000 работающих за 2012–2016 годы представлена на рисунке 1.

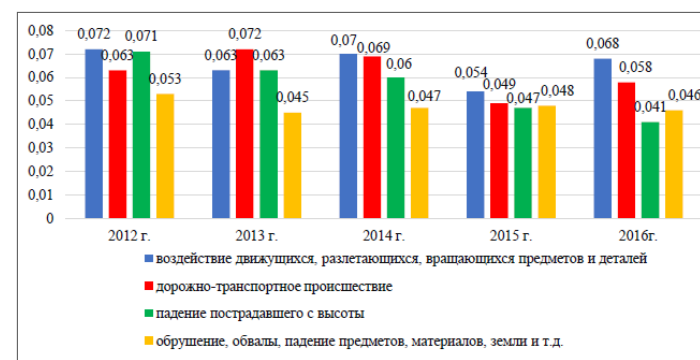


Рисунок 1 – Динамика частоты производственного травматизма по видам происшествий на 1000 работающих за 2012–2016 годы

Как видно из рисунка, по сравнению с 2012 годам, наметилось нестабильная тенденция к снижению производственного травматизма по всем видам происшествий. Следует отметить, что из года в год, в качестве основных видов происшествий регистрируются следующие:

- *воздействие движущихся, разлетающихся, вращающихся предметов и деталей – Кч составляет 0,068 ед.;*
- *дорожно-транспортные происшествия (Кч = 0,058);*
- *обрушение, обвалы, падение предметов, материалов, земли и т.д. (Кч=0,046);*
- *падение пострадавшего с высоты (Кч = 0,041).*

Эффективными предупреждающими мерами снижения травматизма, вследствие воздействие движущихся, разлетающихся, вращающихся предметов и деталей, является модернизация и автоматизация производственных процессов, применение современных технологий, надежное ограждение движущихся частей машин и механизмов, автоматизация операций при загрузке и выгрузке обрабатываемых деталей на станках, использование надежных предохранительных приспособлений и т.д.

Травматизм, вследствие дорожно-транспортных происшествий, во многом происходит по причине нарушения правил дорожного движения. Снижению уровня травматизма, связанного с эксплуатацией транспорта, способствуют профилактические осмотры технического состояния транспортных средств, их регулярность по графикам, плановое проведение обучения, повышение квалификации водителей и т.д.

Травматизм при падении пострадавшего с высоты, прежде всего, обусловлен недостаточностью опыта и практики безопасным приемам работы на высоте, а также неудовлетворительной организацией производства работ, недостатки в обучении безопасным приемам труда на высоте и т.д.

Важными мерами в снижении травматизма, вследствие падения пострадавшего с высоты, является организация специализированных учебных центрах по обучению теоретическим и практическим навыкам работы на высоте и разработка стандарта ССБТ «Организация безопасного проведения работ на высоте».

На рисунке 2 показана динамика основных причин производственного травматизма на 1000 работающих за 2012–2016 годы.

Следует отметить, что 2016 году возросли коэффициенты по причине грубая неосторожность пострадавшего и нарушение правил безопасности и охраны труда на 1000 работающих.

Грубая неосторожность пострадавшего и нарушение правил безопасности и охраны труда во многом обусловлены личностными причинами, такими как профессиональная некомпетентность, отсутствие

опыта работы на данном рабочем месте, эмоциональная неустойчивость, рассеянность, невнимательность, низкое чувство ответственности, недисциплинированность.

Снижению уровня травматизма по этим причинам будут способствовать проведение проверки знаний по вопросам охраны труда, получение соответствующего допуска на производство работ, обязательный инструктаж вновь принятых работников, качественное обучение безопасным методам производства работ и др. меры.



Рисунок 2 – Динамика основных причин производственного травматизма на 1000 работающих за 2012–2016 годы

Вместе с тем, эффективными подходами к снижению уровня травматизма по причинам грубая неосторожность пострадавшего и нарушение правил безопасности и охраны труда являются применение экономических способов воздействия за счет стимулирования работы без травм и аварий, обучение безопасному производству работ и профотбор.

Анализ показал, что в 2016 году снизились коэффициенты по причинам недостатки в обучении безопасным приемам труда и неудовлетворительное техническое состояние зданий и сооружений, по сравнению с 2012 годом.

Обобщая результаты анализов частоты производственного травматизма по видам происшествий и причин производственного травматизма на 1000 работающих за 2012–2016 годы, можно выделенные, в соответствии с классификатором, основные причины травматизма на производстве разделить на 4 основные группы: технические, организационные, санитарно-гигиенические, личностные.

Технические причины производственного травматизма обусловлены неудовлетворительным техническим состоянием зданий и сооружений, наличием открытых движущихся частей технологического оборудования, неудовлетворительным состоянием защитных ограждений и экранов,

отсутствием или неудовлетворительным состоянием предохранительных устройств и блокировок, конструктивными недостатками машин, механизмов и оборудования, эксплуатацией неисправных машин, механизмов, и оборудования, несовершенством технологических процессов и т.д.

Организационные причины связаны с неудовлетворительной организацией производства работ, нерациональной организацией рабочего места, отсутствием частичного или полного ограждения опасной зоны, защитных козырьков, навесов над проходами и проездами, предупредительных надписей, запретов входа в опасную зону, недостатками в обучении безопасным приемам работы, несоответствием условий труда нормативным требованиям, отсутствием внутрисменных регламентированных перерывов в работе и т.д.

Санитарно-гигиенические причины несчастных случаев на производстве отражают несоответствие состояния условий труда рабочих мест нормативным требованиям. Следовательно, данная группа причин производственного травматизма связаны с техническими и организационными причинами.

Личностные причины несчастных случаев на производстве связаны с самими потерпевшими, т.е. с человеческим фактором. Вследствие того, что работник во время работы допускает неточные, ошибочные, несвоевременные действия, пропускает выполнение необходимых операций, допускает опрометчивые поступки происходят несчастные случаи на производстве.

ВЫВОДЫ

Проблема производственного травматизма требует глубокого понимания причин его возникновения для обоснования и разработки эффективных мер профилактики.

Основными группами причин производственного травматизма являются технические, организационные, санитарно-гигиенические и личностные.

Анализ причин произошедших несчастных случаев на производстве выявил специфику характера динамики производственного травматизма в РК за изучаемый период.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Газалиева, А. М. Инновационное развитие индустрии Казахстана. – Караганда: Изд-во КГТУ, 2016. – 232 с.

2 Трудовой кодекс Республики Казахстан от 23 ноября 2015 года № 414–V (с изм. и доп. от 06. 04. 2016 г.) // Сайт «Параграф» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://online.zakon.kz>.

3 Статистический бюллетень о травматизме, связанном с трудовой деятельностью, и профессиональных заболеваний Республике Казахстан

за 2016 год // Сайт «Министерство национальной экономики. Комитет по статистике». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://stat.gov.kz>

Материал поступил в редакцию 11.12.17.

А. Д. Қаңтарбаева, Т. И. Крекешева

Қазақстан Республикасының кәсіпорындарында өндірістік жарақаттанудың себептерін талдау

«Қазақстан Республикасы еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты» РМҚК, Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы. Материал 11.12.17 баспаға түсті.

A. D. Kantarbayeva, T. I. Krekesheva

Analysis of the causes of industrial injuries at enterprises of the Republic of Kazakhstan

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 11.12.17.

Мақалада Қазақстан Республикасының ұлттық экономика Министрлігінің статистика Комитетінің деректері бойынша 2012–2016 жылдар аралығында 1000 жұмыскерге шаққанда өндірістік жарақаттану түрлері мен себептері талданды. Өндірістік жарақаттанудың негізгі түрлерінің көрсеткіштері бойынша тұрақсыз үрдісі байқалады (әсеріне қозғалып жүрген, ұшып жүрген, айналмалы заттар мен бөлшектердің, жол-көлік оқиғалары, заттардың, материалдардың құлауы, опырылуы, зардап шегушінің биіктен құлауы).

Кез келген өндірістік жарақатты жазатайым оқиға болған өндірістік учаскенің қолайсыз жағдайы туралы қоңырауы ретінде қарастырған жөн екеніне назар аударылған.

Өндірістегі жарақаттың алдын-алудың тиімді шараларын әзірлеу және негіздеу жазатайым оқиғалардың себептерін терең түсінуді талап етеді.

Болашақта осындай жағдайларды алдын алу мақсатында өндірістегі жазатайым оқиғаларды ұйымдастырушылық, техникалық, санитарлық-гигиеналық және тұлғалық себептері тұрғысынан оларды жою бойынша шаралар ұсынылады.

The article analyzes the data of the Committee on statistics of the Ministry of national economy of the Republic of Kazakhstan on occupational injuries according to types and causes of accidents per 1,000 employees for the years 2012–2016. There it is noted the unstable tendency of decrease of occupational injuries indicators by major types of accidents (exposure to moving, flying, rotating objects and components, road accidents, collapses, falling objects, materials, fall victim from a height).

Draws attention to the fact that any injury should be considered as a signal of poor conditions of the production area where the accident happened. Substantiation and development of effective measures for the prevention of occupational injuries requires a thorough understanding of the causes of accidents in the workplace.

From the position of organizational, technical, sanitary-hygienic and personal causes of accidents on manufacture are offered remedial measures to prevent similar incidents in the future.

ГРНТИ 61.53.91

**Б. Т. Капсалямов¹, Д. Ж. Жаркенова², Г. С. Айткалиева³,
Е. С. Панова⁴, А. Б. Исмаилова⁵**

¹магистрант, Факультет химических технологий и естествознания, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

²магистрант, Факультет химических технологий и естествознания, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

³доктор PhD, ст. преподаватель, Факультет химических технологий и естествознания, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

⁴PhD докторант, Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева, г. Алматы, 050013, Республика Казахстан;

⁵магистр, ст. преподаватель, Казахская головная архитектурно-строительная академия, г. Алматы, 050043, Республика Казахстан

e-mail: ¹botik_kaban@mail.ru; ²diana_doni@mail.ru;

³gulzat_slyashevna@mail.ru; ⁴panovae90@mail.ru; ⁵i-smile@list.ru

ДЕМЕТАЛЛИЗАЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЯНЫХ ОСТАТКОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАРАЖАНБАС

В статье приведены результаты исследования углеводородного состава асфальтосмолопарафиновых отложений месторождения Каражанбас. Результатами рентгенофлуоресцентного анализа выявлено высокое содержание в отложениях металлов и металлокомплексных соединений, которые конденсируются преимущественно в тяжелых асфальтеносмолистых компонентах в виде металлопорфиринов. В работе предложено проведение деметаллизации асфальтосмолопарафиновых отложений методом экстрагирования. Выявлено, наибольший выход металлопорфириновых групп наблюдается при использовании концентрированной серной кислоты.

Ключевые слова: деметаллизация, асфальтосмолопарафиновые отложения, порфирины, экстрагирования.

ВВЕДЕНИЕ

Как известно, запасы тяжелой и высоковязкой нефти составляют порядка 80 % общемировых нефтяных ресурсов [1], доля которых неизбежно возрастает в связи с растущим потреблением нефти и нефтепродуктов.

Тенденция к утяжелению нефтяного сырья и необходимость в углублении переработки нефти требует разработки новых методов переработки тяжелых нефтяных остатков и получения новых материалов и ресурсов на их основе.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Тяжелые нефти характеризуются повышенной плотностью и вязкостью, обусловленными высоким содержанием смолисто-асфальтеновых веществ и гетероатомных соединений, в том числе ванадий- и никельсодержащих. К настоящему времени разрабатываются месторождения тяжелых нефтей, в которых суммарное содержание ванадия и никеля превышает 0,1 мас. %, что позволяет рассматривать их как сырьевой источник данных металлов [2].

Одним из перспективных направлений переработки тяжелых нефтей и нефтяных остатков является деметаллизация, рассматриваемая в рамках общих подходов к подготовке (облагораживанию) и переработке тяжелых нефтей, обеспечивающих улучшение качества и/или эффективное использование органической части нефтяного сырья.

Объектом исследований служило асфальтосмолопарафиновые отложения месторождения Каражанбас скважины № 634, состав которого представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Состав АСПО

механические примеси	асфальтены	парафины	смолы
37.21	23.26	13.88	25.65

Выявлено, что в образце АСПО содержится большое количество механических примесей, в состав которых может входить глина, песок, металлы и комплексы на их основе. Также необходимо отметить, что в отложениях асфальтосмолопарафиновых веществ месторождения Каражанбас преобладает количество асфальтеносмолистых компонентов (около 50 %).

С целью изучения наличия металлов в образце АСПО и определения их количественного содержания привлекли метод рентгенофлуоресцентного анализа, результаты исследований представлены в таблице 2.

Результаты определения наличия металлов и их количественного состава в исследуемых образцах АСПО представлены на рисунке 1 и в таблице 2.

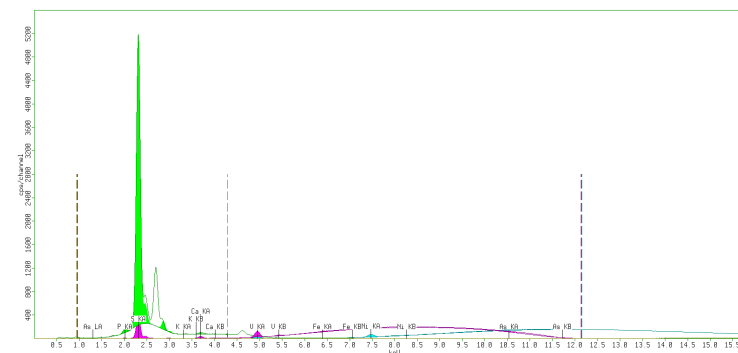


Рисунок 1 – Спектрограмма АСПО

Анализируемые образцы АСПО в основном содержат такие металлы как Ca, K, V, Ni, Fe (таблица 2). Исследователями выявлено [3], что элементы содержатся в нефти в виде мелкодисперсных водных растворов солей, тонкодисперсных взвесей минеральных пород, входящих в состав в виде механических примесей, или химически связанных с органическими веществами комплексных или молекулярных соединений, образуя внутримолекулярные комплексы металлов (хелаты). Отмечается, что Fe, Ca и другие металлы могут входить в состав АСПО, образуя металлокомплексные соединения.

По результатам таблицы 2 наблюдается высокое содержание ванадия и никеля, которые могут входить в состав металлопорфириновых комплексов нефти [4]. Известно [5], что порфирины представляют собой соединения, в которых четыре пиррольных кольца соединены метиновыми мостиками в единую циклическую сопряженную систему, в основе которой лежит 16-членный макроцикл, включающий 4 атома азота и концентрируются преимущественно в смолисто-асфальтеновой части нефти [3], что подтверждают полученные результаты рентгенофлуоресцентного анализа.

Таблица 2 – Наличие металлов в АСПО и асфальтенах, выделенных из АСПО

Элементы	Содержание, %	
	АСПО	асфальтены
K	0,079	–
Ca	1,406	1,569
V	1,612	1,745
Fe	0,039	0,101

Ni	0,460	0,625
As	0,021	0,041
ΣMe		

Вместе с тем, металлы, в том числе редкие и редкоземельные, являются ценными попутными компонентами, содержание которых в нефтях и остатках их переработки может быть сопоставимо и даже превышать их содержание в рудных источниках [1].

Таким образом, количество асфальтенов в нефти, а также содержание в них и АСПО металлов, определяет потенциал асфальтенов и АСПО как источников ванадия и никеля.

Известно [6, 7], что порфирины могут использоваться в качестве основы катализаторов, лекарственных препаратов, полупроводников, красителей и других ценных веществ и материалов. Однако отсутствие методов получения концентратов нефтяных порфиринов из асфальтенов и смол с повышенным содержанием ванадия и никеля не позволяет в полной мере оценить их практический потенциал. Поэтому актуальность выявления особенностей концентрирования металлопорфиринов в асфальтенах и смолах и разработки методов извлечения из них порфиринов с целью повышения эффективности переработки тяжелых нефтей и получения новых высокоценных продуктов не вызывает сомнений [8].

Для повышения степени извлечения металлопорфиринов и увеличения их содержания в экстракте использован способ осадительной экстракции, который предполагает предварительное растворение асфальтенов в небольшом количестве бензола с частичным разрушением межмолекулярных связей внутри асфальтеновых агрегатов.

Для создания способа эффективного концентрирования порфиринов необходимо подобрать условия экстракционного выделения порфиринов из тяжелых нефтяных остатков. Поскольку состав производимых тяжелых нефтяных остатков существенно зависит от состава сырья и условий процесса, то необходимо исследовать особенности состава и содержания порфиринов, выделенных из асфальтосмолопарафиновых отложений и отдельно из асфальтенов.

В качестве экстрагентов применялись концентрированные фосфорная и серная кислоты, для уменьшения степени ассоциации металлопорфиринов с асфальтенами использовали их 10 % раствор в тетрахлорметане, а процесс экстракции проводился при комнатной температуре. Результаты по изучению выхода металлопорфиринов при экстрагировании серной и фосфорной кислотой представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Выход первичных экстрактов порфиринов, выделенных из растворов асфальтенов и АСПО Каражанбас

Экстрагент	Выход экстракта, %	
	Асфальтены	АСПО
серная кислота	15,9	17,0
фосфорная кислота	7,5	7,9

По результатам таблицы 3 выявлено, что наиболее удачные результаты получены при экстрагировании металлопорфиринов концентрированной серной кислотой.

Количество порфиринового экстракта из асфальтенов и АСПО с повышенным содержанием ванадия и никеля варьируется в пределах 7,5–17,0 мас. %. Поскольку разница количеств выхода порфиринового экстракта из асфальтенов по сравнению с выходом из АСПО незначительна, поэтому в качестве сырья для получения порфиринов можно использовать асфальтосмолопарафиновые отложения, что не требует предварительного выделения асфальтенов из асфальтосмолопарафиновых отложений. С увеличением содержания ванадия и никеля как в АСПО, так и в асфальтенах, выход экстрактов увеличивается.

Таким образом, полученные результаты показывают, возможность получения более высокой концентрации порфиринов сернокислотной экстракцией из тяжелых нефтяных остатков нефти, за счет уменьшения в первичном экстракте доли углеводородных и гетероатомных компонентов, нерастворимых в серной кислоте.

ВЫВОДЫ

На основании полученных данных исследования компонентного состава отложений выявлено, что АСПО месторождения Каражанбас отличаются высоким содержанием металлопорфириновых соединений.

Установлено, что наиболее высокая эффективность экстрагирования металлопорфириновых групп наблюдается при применении экстрагента – концентрированной серной кислоты.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Магомедов, Р. Н.** Состояние и перспективы деметаллизации тяжелого нефтяного сырья (обзор) / Попова А. З., Марютина Т. А., Кадиев Х. М., Хаджиев С. Н. // Нефтехимия. – 2015. – № 4. – С. 267–290.

2 **Милордов, Д. В.** Сопоставительный анализ экстракционных методов выделения порфиринов из асфальтенов тяжелой нефти / Милордов Д. В., Усманова Г. Ш., Якубов М. Р., Якубова С. Г., Романов Г. В. // Химия и технология топлив и масел. – 2013. – № 3. – С. 29–33.

3 **Насиров, Р.** Результаты исследования ванадилпорфириновых нефтей Западного Казахстана / Куспанова, Б. К., Султангалиев, Г. О., Те, Л. А. // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. Серия химическая. – 2008. – № 6. – С. 81–85.

4 **Айткалиева, Г. С.** Сравнительный анализ состава асфальто-смолопарафиновых отложений и структуры входящих парафинов месторождений Западного Казахстана и Южно-Тургайского прогиба/ Аскарлова, Ш. А., Бойко, Г. И., Шайхутдинов, Е. М., Любченко, Н. П., Сармурзина, Р. Г., Карабалин, У. С. // Нефтяное хозяйство. – 2014. – № 8. – С. 64–66.

5 **Ахметов, А. Ф.** К вопросу изучения металлопорфиринов в нефтях / Красильников, Ю. В., Органюк, О. В., Парфенов, М. А., Ляпина, Н. К. // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2012. – № 5. – С. 336.

6 **Миникаева, С. Н.** Особенности концентрирования и экстракции природных порфиринов из смол и асфальтенов тяжелой нефти / С. Н. Миникаева, М. Р. Якубов, Х. Э. Харлампида, Г. В. Романов, Д. В. Милордов, С. Г. Якубова // Вестник Казанского технологического университета. – 2010. – № 9. – С. 568–578.

7 **Якубов, М. Р.** Содержание и типы ванадилпорфиринов в асфальтенах нефтей различных продуктивных комплексов / Якубов М. Р., Якубова С. Г., Милордов Д. В., Усманова Г. Ш., Грязнов П. И., Романов Г. В. // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – № 23. – С. 135–139.

8 **Якубов, М. Р.** Ресурсы и возможности концентрирования ванадия и никеля в промысловых условиях в процессах облагораживания тяжелых нефтей для их транспортировки / Якубов М. Р., Милордов Д. В., Якубова С. Г., Борисов Д. Н., Миронов Н. А. // Нефтяное хозяйство. – 2015. – № 12. – С. 132–135.

Материал поступил в редакцию 11.12.17.

Б. Т. Капсалямов¹, Д. Ж. Жаркенова², Г. С. Айткалиева³, Е. С. Панова⁴, А. Б. Исмаилова⁵

Қаражанбас кенорыны ауыр мұнай қалдықтарының деметализациясы

^{1,2,3}Химиялық технологиялар және жаратылыстану факультеті,
С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы;

⁴Қ.И. Сәтбаев атындағы
Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы қ., 050013, Қазақстан Республикасы;
⁵Қазақ бас сәулет-құрылыс академиясы,
Алматы қ., 050043, Қазақстан Республикасы.
Материал 11.12.17 баспаға түсті.

*Б. Т. Kapsalyamov¹, D. Zh. Zharkenova², G. S. Aitkaliyeva³, Ye. S. Panova⁴,
A. B. Ismailova⁵*

Demetalization of Karazhanbas oilfield's heavy oil deposits

^{1,2,3}Faculty of Chemical Technology and Natural Sciences,
S. Toraighyrov Pavlodar State University,
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan;

⁴Kazakh National Research Technical University after K. I. Satpaev,
Almaty, 050013, Republic of Kazakhstan;

⁵Kazakh Leading Academy of Architecture and Civil Engineering,
Almaty, 050043, Republic of Kazakhstan.

Material received on 11.12.17.

Осы жұмыста Қаражанбас мұнай кенорының асфальтшайырпарафин қатпарларының көмірсутегілік құрамы зерттелді. Рентгенофлуоресцентті анализ көмегімен қатпарларда көбінесе ауыр асфальтен шайыр компоненттерде металпорфириндер күйінде болатын металл мен металды қосылыстардың жоғары мөлшері анықталды. Экстракция әдісімен асфальтшайырпарафинді қатпарларды деметаллизациялау мүмкіндігі көрсетілді. Металлопорфиринді топтардың ең жоғары шығымы концентрленген күкірт қышқылын қолданғанда шығады.

The results of hydrocarbon composition analysis of asphalt-resine-paraffin deposits of the Karazhanbas field are presented in the article. X-ray fluorescence analysis revealed a high content of metal and metal complex compounds in the deposits, which condense mainly in heavy asphaltene-resine components in the form of metalloporphyrins. The work suggests demetalization of asphalt-resine-paraffin deposits by the extraction method. The highest effect of metalloporphyrin groups was observed by used concentrated sulfuric acid.

У. Ш. Кокаев¹, К. К. Абишев², А. Ж. Касенов³

¹Көлік-энергетика факультеті, Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., 010008, Қазақстан Республикасы;

²Металлургия, машина жасау және көлік факультеті, С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы;

³Металлургия, машина жасау және көлік факультеті, С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы

e-mail: ¹kush_kush78@mail.ru; ²a.kairatolla@mail.ru; ³asylbek_kasenov@mail.ru

АСТАНА ҚАЛАСЫНДАҒЫ АВТОСЕРВИС ҚЫЗМЕТІ МЕН ЖЕҢІЛ АВТОМОБИЛЬДЕР ПАРКІ НАРЫҒЫНЫҢ ДИНАМИКАСЫН ТАЛДАУ

Бұл мақалада автосервис желілері санының өсуіне әсер етуші факторлар қарастырылған. Еліміздегі жеңіл автомобильдерінің саны, олардың қолдану жанармай түрі мен шығарылған жылы бойынша статистикалық мәліметтері келтірілген. Астана қаласында, сонымен қатар Қазақстан Республикасында автосервисстер саны бойынша мәліметтер келтірілген. Автосервис желілерінің қазіргі жағдайлары жазылған.

Кілтті сөздер: автосервис, қызмет нарығы, жеңіл автомобиль, дилер фирмасы, технологиялық жабдықтар.

КІРІСПЕ

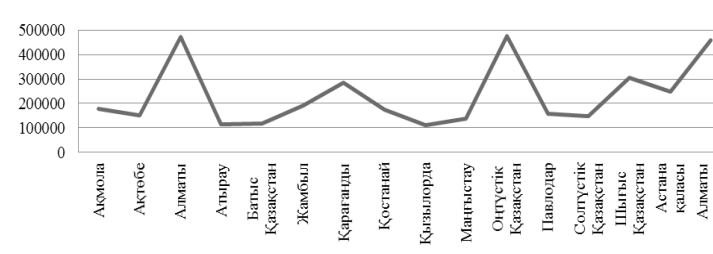
Өндірістік қатынастардағы түбегейлі өзгерістер және халық шаруашылығын салаларының қайта құру, өндіріс күштердің жоғары еңбек концентрациясы орталықтарынан және материалдық ресурстарды шағын және орта кәсіпорындарға, шикізат көздеріне және тұтынушыларды орналастыруға елеулі орын ауыстыруына әкелді.

Соңғы он бес жылда, Қазақстанда, соның ішінде Астана қаласында, қызмет көрсету саласының даму қарқыны күрт өсті. Саланың жоғары қарқынымен дамуында автомобиль паркінің қарқынды өсуі негізгі орынға ие. Қазақстандағы парк көлемінің өзгеру динамикасының болжамы оның одан әрі жоғары қарқынмен өзгеруін көрсетеді.

НЕГІЗГІ БӨЛІМ

Қазақстандағы автомобиль паркінің қарқынды өсуі қызмет көрсету саласында ерекше сезіледі, бәсеке жағдайындағы оның тиімділігі мен көрсететін қызмет сапасына ғана байланысты емес, оларды уақтылы орындауда да [1].

Автосервис желілерін одан әрі дамытудың қолайлы факторларына елдегі жеңіл автомобильдер паркінің жедел өсуі, 2017 жылдың басындағы мәлімет бойынша 1000 адамға шаққанда 250 көлік және бұл үрдіс таяу жылдары тұрақты деп ұсынылуы жатады (Сурет 1).



Сурет 1 – Облыс бойынша тіркелген көлік саны (2017 жылдың 1-ші қаңтарына қатысты)

Осы үрдіспен бірге іріктеудің болмауымен және есептен шығарылған автомобильдер үлесіне, моральдық тозудың әлсіз әрекетіне байланысты жеңіл автомобильдер паркінің біртіндеп қартаюы байқалады. Соңғы жағдай моральдық жағынан тозған автокөліктерді қайта сатумен, аз материалды әл-ауқатты жаңа автокөлік иелерімен түсіндіріледі

1-ші қаңтардағы жағдай бойынша 2017 жылы Қазақстан Республикасында тіркелген жеңіл автокөліктер саны – 4 млн 425 мың 770 бірлікті құрады.

2016 жыл қаңтар–желтоқсанда 643,6 мың бірлік жеңіл автомобильдер тіркелген немесе 2015 жылғы қаңтар–желтоқсанмен салыстырғанда 11,9%-ға кем. 2016 жылғы желтоқсанда тіркелген жеңіл автомобильдер саны 2015 жылғы желтоқсанмен салыстырғанда 14,5%-ға кем.

Қазақстан Республикасында 2017 жылғы 1-ші қаңтардағы жағдай бойынша жеңіл автомобиль қозғалысының басым бөлігін (тіркелген жеңіл автомобильдердің барлық санынан 93,7%) жанармай ретінде бензинді қолданды, 3,1% – аралас жанармай, 1,4% – дизельдік жанармайды [2].

Қазақстан Республикасында 2017 жылғы 1-ші қаңтардағы жағдай бойынша шығарылған жылы бойынша барлық тіркелген жеңіл автомобильдердің көпшілігін шығарылу жылы 10 жылдан (59,1%) асқан автомобильдер құрайды. Барлық тіркелген автомобильдердің 16,0% шығару

жылын 3 жылдан кем емес автомобильдер, шығару жылы 3 жылдан 7 жылға дейін – 10,4 %, 7 жылдан 10 жылға дейін – 9,0 % құрайды.

Жоғарыда айтылған өзгерістер жеңіл автокөлік паркінің жалпы саны мен құрылымының өзгеріс қарқыны, жөндеу қызметкерлерінің біліктілігі, тұтынушымен қарым қатынасы, автосервистік қызметтер көрсетудің жана әдіс-тәсілдерін жүзеге асыру салаларында қатаң талаптар енгізеді.

Қазіргі кезде Астана қаласында 63 жеңіл көлікке қызмет көрсету және жөндеумен айналысатын сервис орталықтары бар. Қазақстан Республикасында бұл көрсеткіш 200-ді көрсетеді.

Тауарларды өндірушілер арасындағы жағары бәсекелестікті ескере отырып (сапамен салыстырмалы түрде), кепілдікті және кепілдіктен кейінгі қызмет көрсету мүмкіндігі бәсекелестіктің артықшылықтарының бірі болып табылады. Сондықтан, өнімді (автокөлікті қоса алғанда) салып алушы қосымша қызметтер мен кепіл жиынтығына ие болады. Мысалы, тегін алғашқы қызмет көрсету, арнайы кепілдік мерзімі және т.б.

Сонымен бірге, әлемдік тәжірибелі өндіруші фирмалар мен автокөліктерге жүзеге асыратын компаниялар арасында келісімдер кең таралып жатыр.

Автокөліктік қызмет көрсету жүйесі – автомобильдерді жөндеу және жөндеу жұмыстарын жүргізуді ғана емес, сондай-ақ қосалқы бөлшектер мен материалдарды қамтамасыз етеді де түбегейлі өзгерістерге ұшыраған сервистердің ең серпімді саласы.

Дилер фирмалары өндіруші фирмалардан автокөліктерді, қосалқы бөлшектердің түпнұсқасын 25 %-ды жеңілдікпен иеленеді. Жауап ретінде дилер фирма қызмет көрсету және жөндеу кезінде қосалқы бөлшектердің түпнұсқасын немесе өндіруші фирмамен ұсынылған өзге өндірушілердің қосалқы бөлшектерін қолдануы тиіс. Тұтынушының дилер фирманың қызметімен қолданған кезде осы нұсқауларды байқап, дилер фирма мен өндіруші фирма туралы жағымды пікір пайда болады. Бұл нұсқаулар тұтынушының жеке көлігін ауыстырған кезде өндіруші фирмамен сәйкес келетін автокөлік маркасын сатып алуға дейін алып келеді. Сондықтан, сервис өндіруші фирманың оң бейнесін қалыптастыруда басты рөлдердің бірін атқарады.

Бұрын, автокөліктерге қызмет көрсету және жөндеу саласында кәсіпорындар «өнімді бағдар» шартында жұмыс жасайтын. Бұл тұжырымдама қызмет көрсетушілерге бағытталған. Жоғарыда айтылған шарттар негізінде өндірушіге ғана тиімді. Тұжырымдама нарықта нақты жеткізілімнен асып түсетін сұраныс шарттарында орын алады, былайша айтқанда, автокөлікке қызмет көрсетумен қолдану қажеттілігі сұранысты қанағаттандыра алу. Айтылған тұтынушымен ара қатынас тұжырымдамасы бірінші кезекте

автоөндірушілердің беделін түсіріп, тұтынушылардың автосервис қызметіне сенімділігі төмендетті [3].

Қазіргі кезде экономикалық дамыған елдерде тұтынушыға бағытталған әр түрлі автосервистік қызмет көрсететін кәсіпорындардың бір-бірімен қатал түрде бәсекелестік тұжырымдамасы дамуда, былайша айтқанда, техникалық қызмет көрсету және жөндеу қызметіне ұсыныстар сұраныстан артық болып келеді.

Қызмет көрсетуге сұранысты бағалау – тұтынушылар мақсаты үшін көрсеткіштер негізінде жүргізілуі тиіс, кейбір нақты бағалау мәндерін күтілетін бағалау шамаларымен салыстырады және егер осы күтілімдер сәйкес келсе, қызмет көрсету сапасы қанағаттанарлық деп танылады.

Көлік қызметін дамытудағы жаңа үрдістерді бөлу үшін, автоқызмет желісінің дамуының бастапқы кезеңіндегі заңдылықтарын қалыптастыруда тоқталған орынды болады.

Халық шаруашылығына қызмет көрсетумен айналысатын ұлттық экономиканың басқа секторларындағы сияқты, автокөлік кәсіпорындарының құрылымында алғашқы түбегейлі өзгерістер ұйымдастырушылық және экономикалық аспектілерге қол жеткізді, бастапқы капиталға ие болмаған меншік иелері жаңа экологиялық таза және жеке гигиеналық талаптарды бұза отырып, аз бейімделген үй-жайларда өз қызметін бастады.

Техникалық талаптар және техникалық қызмет көрсету мен жөндеу жұмыстарын жүргізу технологиялары жиі бұзылды. Мұндай оқиға техникалық қызмет көрсету станцияларының (ТҚКС) басым көпшілігінде болғандықтан, олардың басшылары кәсіпорындардың осы теріс аспектілерінің салдарын сезінбеді. Алайда, қызмет көрсету орталығының желісі операциясының белгілі бір аймағында шектелгенге дейін бәсекелестік күшейе түсті және олардың көпшілігінде жергілікті аймақтағы бәсекеге қабілеттілігін арттыратын іс-шараларды өткізу қажеттілігі туындады. Бұл іс-шаралар кәсіпорынның ішкі ортасында немесе сыртқы ортасында, ал кейбір жағдайларда екі ортада бір мезгілде жүргізілді және жүргізіледі.

Көлікке қызмет көрсету станцияларының алғашқы дамуы өндірісті ұйымдастыруды жетілдірумен сипатталды, өйткені тиісті қызмет күрделі салымдар талап етпеді. Осы ресурстар сарқылғаннан кейін көптеген кәсіпорындар мамандану мен өндірісті әртараптандыруға ауысты.

Бұл қозғалыс заманауи технологиялық жабдықпен жабдықталған, жаңа микроаудандарда ғимараттар мен құрылыстардың салынуына әкелді. Бірақ көптеген ТҚКС мамандандыру деңгейі бір деңгейде қалды, ал тіпті жаңадан құрылған басты көшелерде мамандандыру деңгейін арттырды. Техникалық қызмет көрсету станцияларының өндірістік-техникалық базасын дамыту ғимараттар мен құрылыстарға ғана қарастырылған емес, сонымен бірге құрылыс жұмыстарының құнымен тең технологиялық жабдық

номенклатурасын жоғарылатады. Астана қаласындағы ТҚКС-ға жүргізілген зерттеулер көрсеткендей, парктің технологиялық жабдықталуы шетелдік өндірістің үлесінің артуы есебінен [4].

Автосервистердің кейбір түрлерінде өндірістік-техникалық базасы толығымен шетелдік болып табылады (көлік жуу, тексеру қондырғылары және т.б.). Әрине, ТҚКС-тарды жаңадан салуы немесе қайта құруы қымбат инвестицияны талап етеді. Қолайсыз жұмыс жағдайында салынған инвестицияның өтелу мерзімі, қызмет көрсету станция иелерінің қаржылық жағдайына тікелей әсер етеді және ол банкроттыққа әкелуі мүмкін [5].

ҚОРЫТЫНДЫ

Қауіптердің рұқсат етілген деңгейі мен күрделі салымдардың мөлшері арасындағы өзара қарым-қатынастың танымал позициясын ескере отырып, қызмет көрсету орталықтарының дамуының осы кезеңінде жаңадан құрылған кәсіпорындарға кепілдік беру талаптары өседі. Бұл талаптың жүзеге асырылуы кәсіпорындар арасындағы бәсекелестіктің артуына байланысты барынша күрделі болып келеді және бұл олардың табыстылығын төмендетеді.

ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 **Анискин, А. М.** Оценка качества технического обслуживания и ремонта на автотранспортных предприятиях : дисс. ... канд. техн. наук / А. М. Анискин. – М., 1991. – 225 с.

2 <http://stat.gov.kz/faces/oracle/webcenter/portalapp/pages/navigation-renderer>.

3 **Абаимов, Р. В.** Как оценить автосервис/ Р. В. Абаимов, В. И. Чудов // Отраслевой ежемесячный научно-производственный журнал «Автотранспортное предприятие», – М. : НПП Транснавигация, Минтранс России. – 2009. – № 8. – С. 28–32.

4 **Анимица, Е. Г.** Новая парадигма развития малого предпринимательства в России / Е. Г. Анимица; Урал. гос. экон. ун-т. – Екатеринбург : Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 1996. – 112 с.

5 **Альбеков, А. У.** Логистика коммерции : учеб. пособие для экон. вузов / А. У. Альбеков, В. П. Федько, О. А. Митько ; под ред. В. П. Федько. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2001. – 512 с.

Материал 11.12.17 баспаға түсті.

У. Ш. Кокаев¹, К. К. Абишев², А. Ж. Касенов³

Анализ динамики рынка автосервисных услуг и парка легковых автомобилей в городе Астана

¹Транспортно-энергетический факультет,
Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева,
г. Астана, 010008, Республика Казахстан;

^{2,3}Факультет металлургии, машиностроения и транспорта,
Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова,
г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан.
Материал поступил в редакцию 11.12.17.

U. Sh. Kokaev¹, K. K. Abishev², A. Zh. Kasenov³

The analysis of the dynamics of aftermarket services and fleet of passenger cars in Astana

¹Transport and Energy faculty,
L. N. Gumilyov Eurasian National University,
Astana, 010008, Republic of Kazakhstan;
^{2,3}Faculty of Metallurgy, Machine Building and Transport,
S. Toraihyrov Pavlodar State University,
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.
Material received on 11.12.17.

В данной статье рассмотрены факторы, влияющие на рост сетей автосервиса. Приводятся статистические данные по количеству легковых автомобилей в Республике, их распределение по видам используемого топлива и годам выпуска. Приводятся данные по количеству пунктов автосервиса как в городе Астане, так и в Республике Казахстан в целом. Описано также состояние сетей автосервиса в современных условиях.

This article examines the factors influencing the growth of networks of service centers. Statistical data on the number of cars in the country, their distribution by types of fuel used and year of issue. Shows the number of car service centers in Astana and in Kazakhstan in general. Also described as networks of service centers in the modern world.

Т. И. Крекешева¹, М. К. Шакир²

¹к.б.н., руководитель Лаборатории регламентации в области охраны труда, РГКП «Республиканский научно исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения РК», г. Астана, 010000, Республика Казахстан;

²специалист, Лаборатория регламентации в области охраны труда, РГКП «Республиканский научно исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения РК», г. Астана, 010000, Республика Казахстан
e-mail: lrot@miiot

**ОРГАНИЗАЦИЯ СМЕННОЙ РАБОТЫ
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ОБРАБАТЫВАЮЩЕЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

В настоящей статье авторы рассматривают влияние применяемых режимы труда и отдыха на функциональное состояние организма работников в динамике рабочей смены и рабочей недели. Отмечается, что смещение рабочего времени при сменной организации труда нарушает естественные суточные биологические ритмы человека и способствует быстрому развитию состояния утомления. В этом состоянии организм менее устойчив к воздействиям вредных производственных факторов, в результате повышается риск возможности развития профессионально обусловленных заболеваний.

Обсуждаются недостатки применяемых режимов труда и отдыха на изучаемых предприятиях. Предлагается модель ротации сменности, суть которой заключается в более длительном отдыхе после ночной смены (двое суток) с целью обеспечения достаточного времени для восстановления исходного функционального состояния организма работников.

Ключевые слова: сменная работа, режимы труда и отдыха.

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе индустриально-инновационного развития Республики Казахстан (далее – РК) на предприятиях различных видов экономической деятельности широко распространен сменный режим труда.

Главной отличительной чертой сменной работы в обрабатывающей промышленности РК является ее непрерывность в течении 24 часов в сутки каждый день, включая воскресные и праздничные дни. Работа в данном режиме обеспечивает непрерывность технологических процессов, повышает эффективность производственной деятельности предприятия.

Вместе с тем, смещение рабочего времени при сменной организации труда нарушает суточные биологические ритмы человека и способствует быстрому развитию состояния утомления [1, 2]. В этом состоянии организм менее устойчив к воздействиям вредных производственных факторов, в результате повышается риск развития профессионально обусловленных заболеваний [3, 4]. Кроме того, в состоянии утомления повышается риск несчастных случаев в большей степени, чем при штатном режиме труда [5]. В частности, по данным Комитета по статистике Министерства национальной экономики РК в 2016 году количество пострадавших на производстве при сменном режиме труда составляет более 50 % от общего количества пострадавших при выполнении трудовых обязанностей [6].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В настоящее время на предприятиях обрабатывающей промышленности РК распространен сменный режим труда с быстрым чередованием смен в сменном цикле, т.е. применяется быстрая ротация сменности. Применяемые сменные режимы труда отличаются друг от друга количеством дней в сменном цикле, продолжительностью рабочей смены, временем отдыха между сменными циклами. В частности, на изучаемой золотоизвлекательной фабрике применялся сменный режим труда со следующими характеристиками: продолжительность сменного цикла (рабочей недели) – 4 последовательные рабочие смены, продолжительность рабочей смены – 8 часов, время отдыха между сменными циклами (рабочими неделями) – 1 сутки. В данном случае при планировании графиков сменности не учитывалось, что после 4 последовательных *ночных смен* время отдыха 1 сутки недостаточно для восстановления функционального состояния организма.

На второй золотоизвлекательной фабрике при аналогичном технологическом процессе применялся сменный режим труда с другими характеристиками: продолжительность сменного цикла (рабочей недели) – 3 последовательные рабочие смены, продолжительность рабочей смены – 12 часов, время отдыха между сменными циклами (рабочими неделями) – 3 суток.

Исследования функционального состояния работников этого предприятия в динамике рабочих смен показали, что работа при 12 часовых сменах оказывает более неблагоприятное влияние на организм.

Кроме того, ранее проведенными исследованиями установлено, что усталость, вызванная длительной сменой, является дополнительным потенциальным источником риска производственного травматизма [7].

В этой связи авторы считают рациональным применять сменный режим труда с 12 часовыми рабочими сменами только при вахтовом методе труда, учитывая специфику организации труда данным методом.

Следует отметить, что серьезным недостатком вышеописанных применяемых режимов труда и отдыха является превышение предельного количества сверхурочных часов, допустимых для работников, занятых на тяжелых работах, и работах с вредными и (или) опасными условиями труда, в соответствие с требованиями статьи 78 ТК РК.

В этой связи, в качестве одного из вариантов, авторами предлагается модель ротации сменности с длительностью рабочей смены 8 часов, разработанная на основе международного опыта (таблице 1). Принцип данной модели – быстрая прямая ротация.

При разработке данной модели учитывалось, что обратная ротации сменности оказывает более неблагоприятное влияние на организм человека [8].

Таблица 1 – Предлагаемый модель ротации сменности с длительностью рабочей смены 8 часов.

Числа месяца	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	и т.д.
Начало смены (часы суток)*	0	0	–	–	8	8	16	16	–	0	0	–	–	8	8	16	16	–	

*Примечание: 00.00 часов – начало 1 смены; 8.00 часов – начало 2 смены; 16.00 часов – начало 3 смены.

В соответствии с предлагаемой в таблице 1 моделью ротации сменности, количество рабочих смен в рабочей неделе составляет 2 смены, переход из одной смены в другую осуществляется по ходу часовой стрелки (ночь–утро/день–вечер). После 2 дней работы в 1 смену с ночным временем работникам предоставляется 2 суток для отдыха и восстановления функционального состояния организма. Затем, работники выходят на работу во 2 смену, которая начинается в 8.00 часов, и работают в этой смене в течении 2 дней. После 2 дней работы во второй смене работники приступают к работе в 3 смену, которая начинается с 16.00 часов и включает 2 часа работы в ночное время.

После 2 дней работы в 3 смене работникам предоставляется 1 сутки для отдыха и восстановления функционального состояния организма перед работой в 1 смену с 6 часовым ночным временем.

Суть предлагаемой модели ротации сменности заключается в более длительном отдыхе после ночной смены (двое суток) с целью обеспечения достаточного времени для восстановления исходного функционального состояния организма.

При такой модели ротации сменности продолжительность рабочего времени составляет 40 часов в неделю, при учетном периоде 1 месяц, что соответствует требованиям трудового законодательства РК.

Следует отметить, на основании пункта 5 статьи 71 ТК РК время начала рабочих смен в каждом конкретном случае определяется на основе социального партнерства, исходя из особенностей проживания работников и прочих ситуаций. В настоящей статье начало рабочих смен приведено только в качестве примера.

При планировании графиков сменности с работой в ночное время на травмоопасных производствах обрабатывающей промышленности рекомендуется руководствоваться пунктом 1 статьи 82 ТК РК, в котором предусматривается предоставление работникам на отдельных видах работ внутрисменных перерывов на отдых, в связи с особенностями производственных технологий и организацией производства.

Данные регламентированные кратковременные внутрисменные перерывы на отдых предназначены для уменьшения развивающегося в процессе труда утомления и включаются в рабочее время. Важно правильно регламентировать время и продолжительность внутрисменных перерывов. Количество и длительность кратковременных перерывов определяется, исходя из характера трудового процесса, степени интенсивности и тяжести труда. Ориентиром для установления начала перерывов на отдых служат моменты снижения работоспособности.

В этой связи, были проведены исследования функционального состояния работников травмоопасных производств, занятых на работах при сменном режиме труда, в динамике рабочих смен для установления моментов снижения работоспособности. Кроме того, была проанализирована частота произошедших несчастных случаях на изучаемых травмоопасных производствах РК по часам рабочих смен при длительности 8 и 12 часов.

Оценка показателей умственной работоспособности в динамике 8 часовой рабочей смены с ночным временем выявила ($p < 0,05$), что у работников через 2–3 часа от начала смены снижается коэффициент точности выполнения задания. У тех же работников на 2–3 часа работы от начала смены была обнаружена тенденция к снижению коэффициента умственной

продуктивности, объема зрительной информации, скорости переработки информации и показателя устойчивости внимания.

Снижение показателей умственной работоспособности на 2–3 часа работы от начала смены показывает на развитие усталости у работников в эти часы. На фоне усталости снижается устойчивость организма к воздействиям вредных производственных факторов, кроме того, вследствие утомления, повышается риск травматизма из-за снижения восприятия и осознания сигналов о производственных опасностях.

Вместе с тем, исследования показали, что в динамике рабочей смены изменяются показатели сердечно-сосудистой системы, относительно нормы, что оказывает неблагоприятное влияние на общее состояние организма. В частности, у работников от начала рабочей смены на 6–7 часы работы наблюдалось снижение диастолического давления. Вместе с тем, в динамике рабочей смены у работников сохранялось повышенное пульсового давления, относительно физиологической нормы.

Исследования состояния нервно-мышечной системы показали, что у работников после 4 часов работы до конца смены снижены показатели общей работоспособности и выносливости ($p < 0,05$). Обнаруженные изменения общей работоспособности и выносливости объясняются состоянием утомления.

Изучение функционального состояния организма работников, занятых на работах в сменах продолжительностью 12 часов показало, что у работников на 2, 7, 8 и 10 часы работы от начала смены наблюдается снижение концентрации внимания, отклонения показателей системы кровообращения, относительно нормы, и снижение показателей общей работоспособности, вследствие развития состояния утомления.

Анализ частоты произошедших несчастных случаев на изучаемых травмоопасных производствах показал, что в динамике 8 часовой рабочей смены пики травматизма приходятся на 2 и 6 часы работы от начала смены. Данная особенность наблюдалась на сменах в дневное, вечернее и ночное время.

На 12 часовых сменах частота травматизма повышалась на 2, 8 и 10 часы от начала рабочей смены. Та же закономерность наблюдалась на 12 часовых сменах с ночным временем. Кроме того, доля тяжелых травм на 12 часовых сменах с ночным временем составляла до 40 %.

В этой связи, предлагается устанавливать внутрисменные перерывы до 10 минут для отдыха на 8 часовых рабочих сменах через 2 и 6 часов от начала смены, на 12 часовых сменах через 2, 6, 8 и 10 часов от начала рабочей смены.

Предоставление в эти периоды времени внутрисменных перерывов обеспечит восстановление функциональных резервов организма работников, стабилизацию работоспособности на оптимальном уровне и уменьшит риск потенциально возможных несчастных случаев на производстве.

ВЫВОДЫ

В данной статье отмечается необходимость оптимизации применяемых режимов труда и отдыха при сменной организации труда на предприятиях обрабатывающей промышленности. В качестве примера предлагается модель ротации сменности, посредством которой возможно предоставление более длительного отдыха после рабочей недели в ночное время для восстановления исходного функционального состояния организма работников. Применение данной модели создает возможность соблюдения требований трудового законодательства к продолжительности рабочего времени за учетный период.

Научно обоснованы предложения о необходимости введения внутрисменных кратковременных перерывов для отдыха по определенным часам рабочих смен с целью поддержания оптимального уровня работоспособности работников и снижения потенциальных рисков производственного травматизма.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Сорокин, Г. А., Фролова, Н. М.** Оценка профессионального риска при режиме труда с ночной работой // Медицина труда и промышленная экология. – 2014. – № 9. – С. 32–36.

2 **Онаев, С. Т., Абитаев, Д. С., Шаметеков, И. М., Балаева, Е. А., Шадетова, А. Ж.** Функциональное состояние организма работников, занятых на производстве с особыми формами организации труда // Гигиена труда и медицинская экология. – 2009. – № 3 (24). – С. 41–50.

3 **Бухтияров, И. В., Рубцов, М. Ю.** Сменный труд как фактор канцерогенного риска // Медицинские науки. – 2016. – № 11. – С. 134–137

4 **Gottlieb, D. J., Punjabi, N. M., Newman, A. B., Resnick, H. E., Redline, S., Baldwin, C. M.** et al. Association of sleep time with diabetes mellitus and impaired glucose tolerance // Arch. Intern. Med. – 2005. – N 165. – P. 863–867. DOI:10.1001/archinte.165. 8. 863.

5 **Lowden, A., Moreno, C., Holmbäck, U., Lennernäs, M., Tucker, P.** Eating and shift work – effects on habits, metabolism and performance // Scand. J. Work Environ. Health. – 2010. – N 36 (2). – P.150–162.

6 Статистический бюллетень о травматизме, связанном с трудовой деятельностью, и профессиональных заболеваний в Республике Казахстан за 2016 год // [Электронный ресурс]. Министерство национальной экономики. Комитет по статистике: <http://stat.gov.kz>

7 **Parkes, K. R.** Working hours in the offshore petroleum industry [Elektronnyj resurs]. // Petroleumstilsynet: The Petroleum Safety Authority Norway. 2007. Rezhim dostupa: <http://www.ptil.no> (10.08.2016)

8 LARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Painting, Firefighting, and Shift work, France. – Lion, 2010. – Vol. 98. – 818 p.

Материал поступил в редакцию 11.12.17.

Т. И. Крекешева, М. К. Шәкір

Қазақстан Республикасының қызмет көрсету кәсіпорындарында ауысымдық жұмыстарын ұйымдастыру

«Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты» РМҚК,
Астана қ. 010000, Қазақстан Республикасы.
Материал 11.12.17 баспаға түсті.

T. I. Krekesheva, M. K. Shakir

Organization of shift work at manufacturing industry of the Republic of Kazakhstan

Republican Scientific Research Institute on Occupational Health and Safety with the Ministry of Labor and Social Protection of Population of the Republic of Kazakhstan,
Astana, 010000, Republic of Kazakhstan.
Material received on 11.12.17.

Осы мақалада авторлар жұмыс ауысымы және жұмыс аптасы динамикасында жұмыскерлердің ағзасының функционалдық жағдайына қолданылатын еңбек және тынығу режимдерінің әсерін қарастырады. Ауысымды еңбекті ұйымдастыру кезінде адамның табиғи тәуліктік биологиялық ырғақтығын бұзады және шаршау жай-күйін жылдам дамуына ықпал етеді. Бұл күйде адам ағзасы зиянды өндірістік факторлардың әсеріне төзімділігі кем, нәтижесінде кәсіпке байланысты аурулардың даму мүмкіндігінің қаупі жоғарылайды.

Кәсіпорындарда қолданылатын еңбек пен тынығу режимдерінің кемшіліктері талқыланады. Жұмыскерлердің ағзасының функционалдық жағдайын бастапқы қалпына келтіру үшін жеткілікті уақытпен қамтамасыз ету мақсатында ауысымдылықты алмастыру моделі оның мәні ұсынылды.

The authors consider the effect of the applied work and rest regimes on the functional state of the workers' organism in the dynamics of the working

shift and the working week. It is noted that the shift in working time with shifted work organization disrupts the natural daily biological rhythms of a person and contributes to the rapid development of the state of fatigue. In this state, the body is less resistant to the effects of harmful production factors, as a result, the risk of the possibility of developing professionally conditioned diseases increases. The shortcomings of the applied work and rest regimes at the enterprises studied are discussed. The model of shift rotation is proposed, the essence of which is a longer rest after a night shift (two days) in order to provide sufficient time for restoring the initial functional state of the workers' organism.

белгіленгеннен өзге жұмыс режимдеріне ауыстыру барысында түтіндік құбырлардың жұмыс сенімділігімен қамтамасыз ететін еңбек шарттарын ұйымдастыруды есепке алған жөн [1].

Н. Б. Күзембаева¹, М. Г. Жумагулов²

¹магистрант, Көлік-энергетика факультеті, Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы;

²PhD, Көлік-энергетика факультеті, Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы

e-mail: ¹nurgul.kuzembaeva@mail.ru; ²mikelike2000@yandex.ru

ТҮТІНДІК ҚҰБЫРЛАР ЖҰМЫСЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІ

Бұл мақалада автор түтіндік құбырлар пайдалану ұзақтығы мүмкіншіліктері туралы сараптама берді. Түтіндік құбырлардың ұзақ әрі сенімді қызметін қамтамасыз ету үшін келесі іс-шаралардың орындалғандығын қадағалаған жөн. Олардың ішіндегі маңыздыларды мақалада көрсетілген. Түтіндік құбырлардың сенімділігін төмендеуі көп жағдайда пайдалану ережелерін толық сақтамаудан, яғни температуралық-ылғалдылық және аэродинамикалық параметрлердің жобада белгіленген мәнмен салыстырғанда өзгеріп кетуі салдарынан туындайды. Сыртқы газ жолдарындағы тығыздықтың болмауы, сонымен қатар, олардың жылу сақтағыштығының бұзылуы түтіндік газдардың салқындауына және оларға ауа араласып кетуіне әкеледі. Осының нәтижесінде қаптама бетіндегі коррозиялық агенттердің конденсациясы күшейеді, ал ол өз кезегінде материалдар мен қаптама тігісінің таттануын тудырады.

Кілтті сөздер: түтіндік құбыр, тиімділік, шығар газдар, футеровка.

КІРІСПЕ

Қазандық қондырғыларында жоғары үнемділікке қол жеткізу үшін шығар газдардың температурасын төмендету қажет. Алайда оларды төмендету деңгейі түтіндік құбырлардың сенімді және қалыпты жұмысын қамтамасыз етуге тікелей байланысты.

Қазіргі уақытта қазандықтарда тасымалдаушы дінгегі мен кірпіштен жасалған қаптамасы бар түтіндік құбырлар кеңінен қолданылады. Мұндай құбырлар үшін олардың сенімділігі мен ұзаққа шыдамдылығын анықтайтын фактор ретінде қаптама мен дінгек бетінің температуралық жай-күйі, сонымен қатар шығар газдардың құрамы қарастырылады. Қазандықтар жұмысын жобадан тыс басқа отын түріне өткізу немесе оларды жобада

НЕГІЗГІ БӨЛІМ

Бастапқы уақытта, кірпіштен жасалған түтіндік құбырларды жаппай тұрғыза бастаған кезеңдерде қазандықтар қатты және сұйық отындармен ғана жұмыс істейтін, бұл жағдайда қазандықтан шығарылатын шығар газдардың температурасы 200–250 °С құрайды. Алайда, бұл жағдайлар қарапайым саз балшықты М–100 кірпішінен жасалған құбыр элементтеріне айтарлықтай зақым келтірмейтін. Жылуөткізбейтін материалмен толтырылған, ал кейбір жағдайларда шығар газдардың сәйкес температурасы мен климаттық шарттарға сай толтырылмаған күйдегі дінгек пен қаптама арасындағы саңылаулар түтіндік құбырлардағы қалыпты температуралық өзгерістерге шыдап, түтіндік құбырлардың ұзақ қызмет етуін қамтамасыз етеді.

Жылу электр станцияларындағы және қазандықтардағы түрлі құрылымдағы түтіндік құбырларды пайдалану тәжірибесіне сай қазандықтарды қатты және сұйық отын түрінен табиғи газға алмастыру арқылы түтіндік құбырлар элементтерінің зақымдалуы жиірек байқала бастаған. Қаптаманың қызмет ету ұзақтығы, климаттық шарттар мен шығар газдардың температурасына байланысты, бірқатар нысандарда 3–4 жылдан аспайды. Табиғи газ қолданылатын аудандарда, шығарылатын жану өнімдерінің температурасы (қыста) 80–130 °С құрайтын болса, онда түтіндік құбырлар бетінде конденсат пайда болмайтындығы және түтіндік құбырлардың зақымдалмайтындығы байқалған.

Сонымен бірге, өзге кірпіштен тұрғызылған түтіндік құбырлар қазандықтың табиғи газбен жұмыс істеп, шығарылатын жану өнімдерінің температурасы қыста 100 °С көрсеткішін көрсеткеніне қарамастан зақым алады. Бұл аталған зақымдалу көздері құбыр сағасындағы түтіндік газ температурасының төмендеген (2 м/с дейін) жұмыс шарттарында және оның мойны жер астында орналастырылған кезде көрініс табады. Осы жағдайда грунттық сулар газ жолына түсіп, құбырдың зақымдалу процесін жылдамдатады. Жұмыс барысында қазандықтың түтіндік құбырлары қанағаттанбайтын күйде болатындағы туралы ақпараттар келтіріледі [2]. Бұл жағдайда қазандық табиғи газда жұмыс істейді, оның түтіндік құбырынан шығарылатын жану өнімдерінің температурасы қыста 70–100 °С және олардың шығар жылдамдығы 1,5–6,5 м/с құрайды. Осы құбырдың жағдайын зерттеу барысында қаланған құрылыстың ылғалдылық деңгейінің артқандығы, сонымен қатар, кірпіштердің ажырағандығы және т.б. анықталған. Осыған ұқсас жағдай газбен жұмыс істейтін қазандықтар үшін

кірпіштен жасалған түтіндік құбырлардан шығарылатын жану өнімдерінің температурасы 40–60 °C және жылдамдығы 1–2 м/с болған кезде байқалады. Құбырдың жоғарғы бөлігі (12 м дейін) жүзбен қапталып, кірпіштердың арасы ажырап, құлаған. Дәл осы шығар газдар температурасы 150 °C еткізілген кезде жоғарыда аталған кемшіліктердің толықтай жойылғандығы байқалған.

Шығар газдардың жылдамдығы қажетті деңгейге дейін төмендеген кезде салқын ауаның құбырға кіру жағдайы туындайды, бұл, өз кезегінде оның жоғарғы бөлігінің салқындауына алып келеді. Құбырдан шығарылатын газдардың жылдамдығын 6 м/с деп алу ұсынылады, бұл жел жылдамдығынан 1,3–1,5 есе жоғары, яғни осы арқылы салқын ауаның құбырға түсуінің алдын алуға болады.

Түтіндік газдардың жылдамдығы жоғары болған кезде құбырда артық статикалық қысым туындауы мүмкін [3]. Бұл жағдайда түтіндік газдар қаптама тігістері арқылы материал температурасымен шық нүктесі температурасынан төмен аумаққа еніп кетуі мүмкін, бұл жағдайда сол аумақта конденсат пайда болады, ол құбырдың тұтастығының бұзылуына себеп болады. Статикалық қысымның шамасы түтіндік газдардың жылдамдығына, құбырдың пішіні мен биіктігіне, түтіндік газдардың температурасы мен сыртқы ауа температурасына байланысты болады. Кірпіштен тұрғызылған түтіндік құбырлар үшін оптималды температура 6–18 м/с болып табылады, ол есептеу барысында бекітілуі тиіс.

Түтіндік құбырлардың ұқсас зақымдануы қазандықтардың күкіртті мазутпен жұмыс істеу барысында да кездеседі. Осыдан түтіндік газдарда күкіртті қосылыстар (күкіртті газ бен күкіртті ангидрид) болуымен жағдай қиындай түседі және осының есебінен олардың шық нүктесі 120–150 °C дейін температура артуы болады. Сонымен қатар, силикатты материалдардың сульфатизация процесі мен коррозиялық бұзылуы туындайды. Құбырлар материалдары бұзылуы іргетас шөгудің біркелкі емес есебінен, температура-ылғалды және аэродинамикалық режимдерге байланысты емес, және басқа да себептерден болады.

Түтіндік құбырлар жұмысы конденсация жағдайында қаптама бетіне газбұрғыш оқпан коррозиялық компоненттер, сондай-ақ қабылданбаған жағдайда, температуралық-ылғалдық режим жобалық мәндерін талап етіледі, оны қорғауы төмен температуралы коррозия және қирауы. Шетелде соңғы жылдары газбұрғыш оқпан ретінде металлды құбырлар, сондай-ақ қыштан, шыныдан, синтетикалық материалдардан жасалған құбырлар қолданылады. Соңғылары, олардың құрамына байланысты, шығарылатын газдардың әр түрлі температураларына арналуы мүмкін: 80, 120, 160 °C және одан жоғары.

ЖЭС түтіндік құбырлары зақымдануының маңызды себептерінің бірі болып, келесілерді атап өтуге болады:

- газдарды қайта тиеу, оларға қосымша көздерді қосумен байланысты;
- ауыспалы жүктемелік және температуралық режимдері;
- шығарылатын газдардағы коррозиялық агенттерінің құрамын арттыру есептік мәндеріне қарсы.

Түтіндік құбырларға қосылған қазандықтар жүктемелері төмендеуі себебінен, соңғысы тез тозуға ұшырайды.

РФ металлургия комитетімен 1993 жылы «Өндірістік түтіндік және желдеткіш құбырларды пайдалануға нұсқаулық» шығарылды, оны Теплопроект бүкілодақтық ғылыми-зерттеу және жобалау институтының (ВНИПИ Теплопроект) және басқа да ұйымдардың қатысуымен Мәскеу инженерлік-құрылыс институты жасап шығарды. Аталған нұсқаулық мазмұнына сай өндірістің түрлі салаларында қолданылуы мүмкін. Онда өндірістік түтіндік және желдеткіш құбырларын пайдаланудың шарттары, оның ішінде сонымен қатар газ шығарушы дінгегі бар немесе пластмассадан жасалған қаптамасы бар (90 °C температурадағы газды шығаруға арналған) құбырларды пайдалану шарттары туралы ақпараттар келтірілген. 2004 жылы анықтамалық басылым жарық көрді [4], ол басылымда түтіндік құбырларды қауіпсіз пайдалану шарттарын қамтамасыз етуге байланысты сұрақтар кешені қарастырылған және әрі қарай зерттеу бағыттары көрсетілген.

Нормативтік ұжаттамаға сәйкес кірпіштен жасалған және армокірпіштен жасалған түтіндік құбырлардың қызмет ету мерзімі 70–100 жыл, темір бетонды – 50 жылдан кем емес, металдан жасалған – 20–30 жыл, газ шығарушы дінгегі мен пластмассадан жасалған қаптамасы бар құбырлар – 15–20 жыл болуы керек.

Түтіндік құбырлардың пайдалану ұзақтығын қамтамасыз ететін шарттар тізімінде жобада бекітілгендей температуралық-ылғалдылық режимі мен шығарылатын түтіндік газдардың құрамына қойылатын талаптардың сақталуы келтірілген. Орындалуға тиісті ең маңызды шарттардың бірі жүйелі түрде техникалық бақылау, зерттеу жұмыстары мен жөндеу жұмыстарын жүргізу болып табылады. Сонымен қатар, түтіндік құбырлардың іргетасы қаланған жердің тегістігіне баса назар аударылады.

Түтіндік құбырлардың техникалық жай-күйін бақылау жауапты шара болып табылады және оны орындауға арнайы мамандандырылған, осы салада, осы бағытта тәжірибе жинаған және қажетті құрал-жабдықтарға ие ұйымдар тартылуы тиіс.

Түтіндік құбырлардың техникалық сипаттамаларын зерттеу нәтижесінде олардың барлығына бірдей тән болатын зақым түрлері, сонымен қатар пайдалануды ұйымдастыру барысында кездесетін ортақ кемшіліктері белгіленген:

1 газдық ағынның температуралық-ылғалдық параметрлерін бақылайтын БӨА құрылғылары және дабыл жүйелері құбырдың сәйкес бөліктерінде болмайды;

2 қазандықтан жалпы газ жолдарына баратын жолдағы газ жолдарының байланысқан жерлерінде және түтіндік құбырмен байланысқан жерлерінде көп жағдайда саңылаулар болады, ол шығар газдардағы қосымша салқындату және ылғалдану шарттарын туындатады, соның әсерінен түтіндік құбыр элементтерінің жағдайы нашарлайды;

3 жалпы ұзыдығы бойынша коррозияға ұшыраған арматура мен бетондар арасы тігінен де, көлденеңінен де ажырайды;

4 газ жолдарының әр бөлігінегі плиталық қабаттар бұзылады;

5 құбыр қаптамасының байланысқан бөліктеріндегі кірпіштердің, газ жолдарындағы дөңгелектенген, қаңылтырлы ерітіндімен біріктірілген бөліктердің біртұтастығы, сол орындардағы коррозияның кесірінен бұзылады;

6 түтіндік құбырдың бетіндегі бетонның қорғаныс қабаты бұзылады, соның нәтижесінде арматураның сыртқы қабаты жойылады;

7 түтіндік құбыр қаптамасының қабаттарында көптеген ісіну белгілері бақыланады;

8 жоғарғы барабан қаптамасының ісінуі есебінен шойын қақпақ элементтерінің орын ауыстыруы байқалады.

Түтіндік құбырлардың көпшілігінде қаптаманың (қышқылға төзімді кірпіш) негізгі материалының төментемпературалы коррозия әсерінен бұзылуы сирек кездеседі, онымен салыстырғанда материал тігістері мен қаптаманың антикоррозиялық қабатының бұзылуы жиірек кездеседі. Кей жағдайларда, күкіртті қоспалары бар түтіндік газдардың әсер етуінің нәтижесінде кірпіштің байланысқан жерлерінде ісіну пайда болады.

Түрлі ұйымдардың жүргізген зерттеу жұмыстарының нәтижесіне сүйене отырып, құбыр қаптамаларының бұзылуына, ондағы және діңгектегі бетон бетінде жарықшақтардың пайда болуына (құбырды тұрғызу барысында технологиялық нормаларды сақтаған жағдайда) негізгі себеп болатын пайдалану режимінде температуралық-ылғалдылық шарттарын жобаға сәйкес мәндерін сақтамау және соның нәтижесінде құбырдың бөлек элементтерінде туындаған термиялық кернеудің туындауы.

Қолданыстағы түтіндік құбырлар мен газ жолдарының сенімділігін арттыру үшін қолданылатын іс-шаралардың негізгілері ретінде бірінші кезекте келесілерді орындау қажет:

– кірпіштен тұрғызылған түтіндік құбырлардың қаптамасы тұтастау немесе бөлініп бұзыла бастаған жағдайда оны қышқылға төзімді кірпішпен қайта қалпына келтіру қажет немесе газ алып кететін діңгекті шыны-

пластиктен немесе металдан орнатуды қарастыру қажет. Құбырдың басын шойыннан немесе қышқылға тұрақты қоспалардан жасау;

– газ жолдарының кірпіштен жасалған немесе темір-бетонды қабырғаларын қалыпқа келтіру барысында ішкі қабатын андезитті жақпа қолдана отырып торкретсиликатполимерлі немесе қышқылға төзімді кірпішті қолдану; газжолдарын жабу немесе бүркеу плиталарын алмастыру барысында бос плиталарды қолдануды тоқтатып силикатоплимербетоннан жасау;

– темір-бетонды діңгектің тасымалдаушы қабілетін қалпына келтіру үшін темір-бетонды шеңбер қолдану;

– газ жолдары мен түтіндік құбырларға сыртқы ауаның кіруін болдырмау;

– түтіндік құбырлардың техникалық жағдайы туралы мәліметтер алу барысында, құбыр жұмысының тоқтап қалуына жол бермейтін және зақымдалу орындарын жылдам анықтауға мүмкіндік беретін телевизиялық әдісті қолдануды тәжірибеге енгізу.

Қаптамасы бар түтіндік құбырлардағы шыны-пластиктен жасалған газ алып кететін діңгектен темір-бетонды немесе кірпіштен жасалған діңгек түтіндік газдар мен конденсаттың әсерінен сенімдірек қорғанған, соның нәтижесінде оның материалдары да коррозиядан қорғанған. Түтіндік құбырлардың шыны-пластиктен жасалған газ алып кететін діңгектері кірпіштен жасалған қаптамаға қарағанда 10–20 есеге дейін жеңіл болады, олардың өткізгіштік қасиеті жоғары және агрессивті түтіндік газдардың әсеріне қарсы күшті коррозиялық тұрақтылыққа ие. Шыны-пластиктен жасалған газ алып кететін діңгектер зауыттарда жинақталады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Түтіндік құбырлардың сенімділігін төмендеуі көп жағдайда пайдалану ережелерін толық сақтамаудан, яғни температуралық-ылғалдылық және аэродинамикалық параметрлердің жобада белгіленген мәнмен салыстырғанда өзгеріп кетуі салдарынан туындайды. Сыртқы газ жолдарындағы тығыздықтың болмауы, сонымен қатар олардың жылу сақтағыштығының бұзылуы түтіндік газдардың салқындауына және оларға ауа араласып кетуіне әкеледі. Осының нәтижесінде қаптама бетіндегі коррозиялық агенттердің конденсациясы күшейеді, ал ол өз кезегінде материалдар мен қаптама тігісінің таттануын тудырады. Сондай-ақ, қаптаманың бұзылуы, соның ішінде материалдың тігісінің ажырауы термиялық деформацияның әсерінен орындалады. Термиялық деформация материал қалыңдығына сәйкес нормативке сай алынатын температуралар айырмашылығының артып кетуінен туындайды.

Түтіндік құбырларды пайдалану барысында олардың сенімділігін арттыратын іс-шаралар тізімі толық қарастырылған деп айтуға келмейді. Қандай да бір нақты пайдалану шарттары кезінде аталған тізім кеңейтіліп, басқа да іс-шаралармен толықтырылуы мүмкін.

ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 **Стриха, И. И.** Надежность работы дымовых труб // Новости теплоснабжения. – № 3 (103). – 2009.

2 **Шишков, И. А., Лебедев, В. Г., Беляев, Д. С.** Дымовые трубы энергетических установок. – М. : Энергия, 1976. – 176 с.

3 **Рихтер, Л. А.** Тепловые электрические станции и защита атмосферы. – М. : Энергия, 1975. – 312 с.

4 Промышленные дымовые и вентиляционные трубы: Справочное издание / Ф. П. Дужих, В. П. Осоловский, М. Г. Ладыгичев; Под общей ред. Ф. П. Дужих. – М. : Теплотехник, 2004. – 464 с.

Материал 11.12.17 баспаға түсті.

Н. Б. Кузембаева, М. Г. Жумагулов

К вопросу эффективности работы дымовых труб

Транспортно-энергетический факультет,
Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева,
г. Астана, 010000, Республика Казахстан.
Материал поступил в редакцию 11.12.17.

N. B. Kuzembaeva, M. G. Zhumagulov

The issue of the efficiency of smoke pipes

Faculty of Transport and Energy,
L. N. Gumilyov Eurasian National University,
Astana, 010000, Republic of Kazakhstan.
Material received on 11.12.17.

В этой статье автор проанализировал возможности длительной эксплуатации дымовых труб. Для обеспечения длительной и надежной работы дымовых труб необходимо осуществлять соответствующие мероприятия. Важнейшие из них приведены в статье. Снижение надежности дымовых труб во многом объясняется не соблюдением правил эксплуатации, т.е. изменением температуры и влажности, а также аэродинамическими параметрами по сравнению с расчетным

значением. Отсутствие изоляции на внешних газопроводах приводит к охлаждению дымовых газов и циркуляции воздуха. В результате увеличивается конденсация коррозионных агентов на поверхности газохода.

In this article, the author analyzed the possibilities of long-term operation of chimneys. To ensure a long and reliable operation of the chimneys, it is necessary to implement appropriate measures. The most important of them are given in the article. The reduction in reliability of the chimneys is largely due to non-compliance with the rules of operation, i.e. change in temperature and humidity, as well as aerodynamic parameters in comparison with the calculated value. Absence of insulation on external gas pipelines leads to cooling of flue gases and air circulation. As a result, condensation of corrosive agents on the flue surface increases.

Е. Т. Кушалиев¹, Р. М. Таштемханова²

¹магистрант, Факультета международных отношений, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана, 010000, Республика Казахстан;

²д.истор.н., профессор, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана, 010000, Республика Казахстан
e-mail: k.e.toten@mail.ru

К ПРОБЛЕМЕ ИЗУЧЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КАЗАХСТАНА НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

В данной статье рассматривается текущее состояние и перспективы развития энергетического сектора Казахстана в настоящее время. Особое внимание уделено развитию нормативно-правовой базы, в особенности новые поправки и упрощение в законодательствах, присоединение Казахстана к Инициативе прозрачности добывающих отраслей, основание принципа «одного окна» для инвесторов. Также в статье уделяется внимание успехам страны в области привлечения прямых иностранных инвестиций, основным показателем которые являются крупнейшие рейтинги Всемирного банка и Всемирного экономического форума. Кроме того в статье рассматриваются особенности, запасы, добычи основных энергетических ресурсов, такие как: нефть, газ, уран, уголь. Помимо этого, в статье разбирается спад объема добычи энергоресурсов, вместе с ним приток прямых иностранных инвестиций (ПИИ) и в последствии к переходу медленному росту объема добычи и притоку ПИИ, в период 2014–2017 гг.

Ключевые слова: Казахстан, нефть, газ, уголь, уран, энергетика.

ВВЕДЕНИЕ

Энергетический комплекс является важнейшим элементом в экономической стабильности Казахстана. В последние годы казахстанская экономика испытывает рецессию, в связи с падением цен на энергоресурсы. Наиболее значимым индикатором служит отток прямых иностранных инвестиций в страну, уменьшение объема экспорта энергоресурсов и возросшее потребность в модернизации в целях повышении эффективности в энергетической сфере.

Шаги в этом направлении были обозначены еще 31 января 2017 г. в послании президент Казахстана Нурсултана Назарбаева к народу Казахстана под названием «Третья модернизация Казахстана: глобальная конкурентоспособность», где были выделены два основных вектора развития нефтегазового сектора страны. Во-первых, лидер страны подчеркнул, что нефтегазовый комплекс должен сохранять свое стратегическое значение и развиваться, прежде всего, путем сокращения издержек и повышения эффективности в области нефтедобычи и нефтепереработки, а во-вторых, стране необходимо повышать уровень инвестиционной привлекательности с помощью внесения изменений в законодательные акты, связанные с регулированием активности бизнеса [1].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Широко известно, что Казахстан является одной из наиболее богатых нефтью республик Центральной Азии. Согласно данным «Statistical Review of World Energy» составленный British Petroleum от июня 2017 г., разведанные запасы сырой нефти составляют приблизительно 30 млрд баррелей, что ставит Казахстан на 12 место в мире по запасам углеводородов [2]. Для Казахстана нефть составляет большую часть экспорта и является главным источником денежных поступлений в бюджет страны, поскольку около 80 % добываемой нефти направляется на экспорт.

Также, Казахстан занимает лидирующие позиции в сфере запасов угля, чей совокупный объем, согласно «Статистическому отчет мировой энергетики» за июнь 2015 г., превышает 33 млрд. т., из которых – 21 млрд. т относится к каменному углю, а 12,1 млрд. т. – к бурому. Вместе запасы двух видов составляет почти 4 % общемировых запасов, что ставит Казахстан на 8 место в мире по запасам угля [3]. Относительно газовых запасов, можно сказать, что Казахстан является одной из лидирующих республик Центральной Азии по запасам газа. Так, по данным Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых Республики Казахстан, запасы природного газа Казахстана составляет 4,01 трлн. м³, что ставит Казахстан на лидирующее место по запасам газа не только макрорегионе Евразия, но и в мире [4]. Помимо углеводородов, настоящей жемчужиной энергетического комплекса Казахстана являются запасы урана. Начиная с Советского периода специалистам было известно об урановых богатствах Казахстана, которые сегодня оцениваются в более, чем 1 млн тонн [5. С. 296]. Активная разработка урановых месторождений в 2009 г. достигла отметки в 28 % от валового мирового производства урана, а уже в 2016 г. уровень добычи достиг цифры в 24,5 тыс. тонн или 39 % от мировой добычи урана [6].

Тем не менее, несмотря на многообещающие цифры, энергетический комплекс страны не может существовать в отрыве от мировых рынков капитала и инвестиций. Так, для развития экономики Казахстана особую ценность представляют иностранные инвестиции, благодаря которым в страну поступают иностранные технологии, квалифицированные кадры и финансовые ресурсы. Начиная с 1993 г. валовый приток прямых иностранных инвестиций (ПИИ) в Казахстан вырос с 1,3 млрд. долл. до пика ПИИ в 29 млрд. долл. в 2012 году, после чего снизился до 24 млрд. долл. в 2013–2014 гг [4].

Начиная со 2-го квартала 2014 г. ПИИ снижался вместе с ценами на нефть, которая в феврале 2016 г. достигла минимальной отметки в 28 долл. США/барр., что привело к неблагоприятной ситуации в экономической сфере в целом и нефтегазовой отрасли Казахстана в частности. В результате кризиса в национальной экономике практически вдвое упали объемы прямых иностранных инвестиций, понизившись до 14,8 млрд. долл. в 2015 г., строго следуя мировому тренду.

Таблица 1 – Данные о добыче энергоресурсов в Республике Казахстан в период 2014–2016 гг. [4].

	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Нефть	88 млн т.	79.5 млн т.	78 млн т.
Газ	44 млрд м ³	45.3 млрд м ³	46.4 млрд м ³
Уголь	115 млн т.	102.6 млн т.	96.4 млн т.
Уран	22.8 тыс. т.	23.8 тыс. т.	24.6 тыс. т.

Возобновление потока ПИИ в Казахстан произошло вместе со стабилизацией цен на нефть к началу июня 2016 г. до уровня 50 долл. США/барр. В результате, валовый приток ПИИ вырос на 39 %, достигнув 20,6 млрд. долл [4]. Этот тренд продолжается и сегодня, несмотря на то, что инвестиционная привлекательность Казахстане сильно потеряла свои позиции в период между 2014 г. и 2016 г. Данная тенденция легко прослеживается в движении Казахстана в рейтингах «Индекса легкости ведения бизнеса» и «Доклада о глобальной конкурентоспособности».

Так, например, в «Индексе легкости ведения бизнес» Всемирного банка, составленного по вопросам регулирования бизнеса, Казахстан занял 36 место в мире в 2017 году [7]. Одновременно с этим, «Доклад о глобальной конкурентоспособности» Всемирного экономического форума поставил в 2017–2018 гг. Казахстан на 57 место, отметив, что в стране существует пять проблемных аспектов: инфляция, налоговые ставки, коррупция, налоговый режим и доступ к финансовым ресурсам [8].

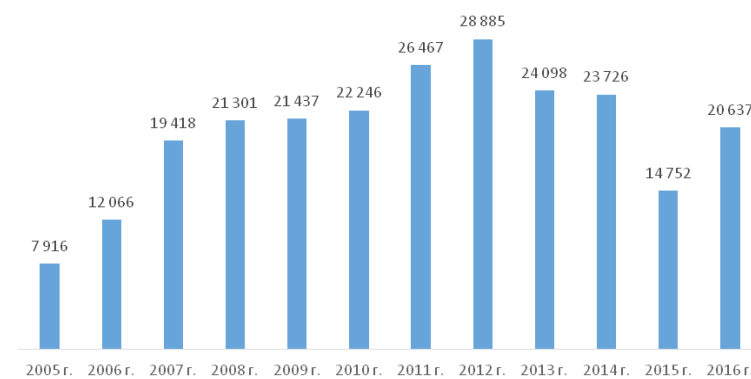


Рисунок 1 – Валовый приток прямых иностранных инвестиций в РК, млн. долл. США [13]

В рамках улучшения инвестиционного климата Казахстан предпринял ряд шагов на международной арене и внутри страны. Так, в 2013 г. Казахстан присоединился к Инициативе прозрачности добывающих отраслей (ИПДО), которая призвана продемонстрировать стремление Казахстана обеспечить подотчетность и прозрачность в процессе ведения бизнеса в сфере добычи энергоресурсов и нефтегазовой отрасли [9]. Помимо этого, внутри страны были предприняты ряд мер по улучшению регулирования ведения бизнеса в сфере энергетики, как например поправки в закон «О недрах и недропользовании» [10], принятие отдельного закона «О внесении изменений и дополнений в некоторые законодательные акты Республики Казахстан по вопросам совершенствования инвестиционного климата» [11], развитие системы «одного окна», позволяющая централизовать широкий спектр услуг в рамках единого централизованного «Центра обслуживания инвесторов», создание новой структуры по защите прав инвесторов, возглавляемой «инвестиционным омбудсменом» (министром по инвестициям и развитию). Также, в октябре 2015 г. на смену шести отдельным законодательным актам пришел объединенный документ – «Предпринимательский кодекс», который облегчает выдачу специальных виз, ведение бизнеса и расширяет налоговые преференции для инвесторов [12].

ВЫВОДЫ

Таким образом, в связи с тем, что Казахстан столкнулся с серьезным ухудшением экономических показателей в целом после падения мировых цен на энергоресурсы в 2014–2017 гг., перед правительством республики остро встал вопрос модернизации энергетического сектора с точки

зрения повышения эффективности его использования. Основной целью модернизации было обозначено внедрение инновационных технологий и улучшение предпринимательского климата.

Касательно инноваций, можно отметить усилия правительства по привлечению долгосрочных прямых иностранных инвестиций, которые включают в себя не только финансовые ресурсы, но и материально-техническое обеспечение. Основой модернизации как для инвесторов, так и для внутренних пользователей стала разработка нововведений для нормативно-правовой базы. С одной стороны, новые регулирующие положения призваны защитить права инвесторов, а с другой, предоставить конкурентоспособные механизмы для регулирования внутреннего потребления и недропользования.

В целом, точечные улучшения привели к тому, что в начале 2017 г. Казахстан перешел от экономического спада к медленному росту в энергетическом секторе. Улучшение нормативно-правовой базы и связанный с этим рост иностранных инвестиций был встречен положительными оценками как внутри страны, так и за ее пределами. Об этом красноречиво говорит повышение индекса конкурентоспособности Казахстана в ключевых мировых рейтингах, а также многочисленные положительные оценки экспертов, связывающих будущее страны не только с развитием традиционного энергетического сектора, но и устремлениями правительства республики в сфере развития альтернативных источников энергии, что было представлено миру на международной выставке «ЭКСПО–2017».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Послание Президента Республики Казахстан Н. Назарбаева народу Казахстана. 31 января // [Электронный ресурс]. – http://www.akorda.kz/ru/addresses/addresses_of_president/poslanie-prezidenta-respubliki-kazahstan-nazarbaeva-narodu-kazahstana-31-yanvary-a-2017-g
- 2 BP Statistical Review of World Energy June 2017. – Лондон, 2017. – 52 с.
- 3 BP Statistical Review of World Energy 2015. – Лондон, 2015. – 48 с.
- 4 Национальный энергетический доклад 2017. Kazenergy. – Астана, 2017. – 320 с.
- 5 OECD NEA & IAEA, Uranium 2016: Resources, Production and Demand ('Red Book'), 2016. – 550 с.
- 6 Uranium and Nuclear Power in Kazakhstan // [Electronic resource]. – <http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-g-n/kazakhstan.aspx>.

7 Ease of Doing Business in Kazakhstan URL: [Electronic resource]. – <http://www.doingbusiness.org/data/exploreeconomies/kazakhstan>.

8 Доклад о глобальной конкурентоспособности 2017–2018 гг. Под ред. Клауса Шваба. Женева: Всемирный экономический форум. The Global Competitiveness Report 2017–2018. – ISBN-13: 978-1-944835-11-8. – Женева, 2017. – 393 с.

9 Инициатива прозрачности добывающих отраслей // [Электронный ресурс]. – <https://eiti.org/ru>

10 Закон Республики Казахстан «О недрах и недропользовании» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 11. 07. 2017 г.) // [Электронный ресурс]. – https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30770874.

11 Закон Республики Казахстан «О внесении изменений и дополнений в некоторые законодательные акты Республики Казахстан по вопросам совершенствования инвестиционного климата» (с изменениями от 28. 11. 2014 г.) // [Электронный ресурс]. – https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31565328.

12 Предпринимательский Кодекс Республики Казахстан (с изменениями и дополнениями по состоянию на 03. 07. 2017 г.) // [Электронный ресурс]. – https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=38259854#pos=787;-100.

13 Национальный банк Республики Казахстан // Статистика прямых инвестиций по направлению вложения // [Электронный ресурс]. – <http://www.nationalbank.kz/?docid=680&switch=russian>.

Материал поступил в редакцию 11.12.17.

Е. Т. Кушалиев¹, Р. М. Таштемханова²

Қазіргі кезеңдегі Қазақстанның энергетикалық қауіпсіздігін зерттеу мәселелері

^{1,2}Халықаралық қатынастар факультеті,
Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,
Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы.
Материал 11.12.17 баспаға түсті.

E. T. Kushaliyev¹, R. M. Tashtemhanova²

To the study of energy security of Kazakhstan at the modern stage

^{1,2}Faculty of International Relations,
L. N. Gumilyov Eurasian National University,
Astana, 010000, Republic of Kazakhstan.
Material received on 11.12.17.

Бұл мақалада Қазақстан энергетикалық секторы дамуының бүгінгі жайы мен алдағы уақыттағы даму жоспары қарастырылған. Әсіресе, құқықтық-заңдылық базасының дамуына, соның ішінде заңдылыққа енгізілген түзетулерге, атап айтқанда, Қазақстанның ашық өндірушілердің қатарына инвесторлар үшін «бір терезе» қағидаты бойынша қосылуына ерекше көңіл бөлінді. Сонымен қатар, мақалада шетелдің инвестициялық көздерін тікелей тарту арқылы еліміздің жеткен жетістіктеріне де баса назар аударылған. Оның негізгі көрсеткіші Дүниежүзілік банк пен Дүниежүзілік экономикалық форум болып табылады. Сонымен бірге, мақалада: мұнай, газ, уран, көмір сияқты негізгі энергетикалық ресурстардың ерекшелігі, олардың қоры және өндірілуі туралы да айтылады. Бұдан басқа, мақалада энергоресурстарды өндірудің төмендеуі және 2014–2017 жж. аралығында тікелей инвестиция көздерінің тікелей тартылуы нәтижесінде бұл кризистің біртіндеп түзелуі туралы сарапқа салынды.

This article views the current state and prospects of development of energy sector of Kazakhstan at the present time. Special attention is paid to the development of the regulatory framework, in particular the new amendments and simplification of the legislation, Kazakhstan's accession to the Extractive Industries Transparency Initiative, the basis of the principle of «one window» for investors. The article also pays attention to the country's success in attracting foreign direct investment, the main indicator of which are the largest ratings of the World Bank and the World Economic Forum. Additionally, the article discusses the features, reserves, production, basic energy resources, such as oil, gas, uranium, coal. In addition, the article discusses the decline in the volume of energy production, the inflows of Foreign Direct Investment (FDI) and later transition to a slow growth of production volume and FDI inflows, in the period 2014–2017 years.

ГРНТИ 44.35.29

**Б. В. Лукутин¹, Р. М. Мустафина², Е. Ж. Сарсикеев³,
А. У. Аджанов⁴, Г. О. Сулейменова⁵**

¹д.т.н., профессор, кафедра «Электроснабжения промышленных предприятий», Томский политехнический университет, г. Томск, 634050, Российская Федерация;

²к.т.н., профессор, кафедра «Электротехники и автоматизации», Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

³PhD, зав. кафедрой «Эксплуатации электрооборудования», Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, 010000, Республика Казахстан;

⁴к.т.н., ст. преподаватель, кафедра «Электроснабжения», Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, 010000, Республика Казахстан;

⁵магистр, ст. преподаватель, кафедра «Эксплуатации электрооборудования», Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, 010000, Республика Казахстан

e-mail: ¹lukutin48@mail.ru; ²mustafina_rm@mail.ru;

³sarsikeev.ermek@yandex.ru; ⁴aitugan53@mail.ru; ⁵gulmira--84@mail.ru

АНАЛИЗ СПОСОБОВ СТАБИЛИЗАЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ МИКРОГЭС

В статье авторы рассматривают способы стабилизации напряжения для обеспечения устойчивой работы микрогидроэлектростанций и требуемого качества генерируемой электроэнергии. МикроГЭС имели автоматические регуляторы частоты вращения на базе масляного насоса, которые воздействовали на угол поворота лопастей турбины, и угольные регуляторы возбуждения электромашинных генераторов. Совершенствование конструкции микроГЭС, а также систем стабилизации ее выходных параметров позволит не только расширить область применения подобных установок, но и снизить стоимость производимой энергии. Соответственно вопросы, связанные с исследованиями режимов работы электромашинных генераторов микроГЭС в комплексе со статическими полупроводниковыми системами регулирования величины и частоты выходного напряжения,

приобретают первостепенное значение для создания современных микрогидроэлектростанций.

Ключевые слова: стабилизация напряжения, микроГЭС, автобалласт, гидродвигатель, машинно-вентильные системы.

ВВЕДЕНИЕ

К основным показателям качества электроэнергии в соответствии с ГОСТ 13109–97 относятся параметры выходного напряжения, характеризующиеся номинальной величиной и частотой. Поэтому, важнейшим элементом энергоустановки является система стабилизации, обеспечивающая статически устойчивый режим работы гидроагрегата и стабилизацию его выходного напряжения [1].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Методы построения системы стабилизации частоты переменного тока автономного источника электропитания можно разделить на две группы: стабилизация частоты вращения приводного двигателя и генерирование переменного тока стабильной частоты при изменяющейся скорости привода. Основные варианты построения стабилизирующих систем показаны на рисунке 1.

Регулирование частоты вращения турбины заключается в изменении угла поворота рабочих лопастей или регулировании расхода воды. При этом происходит выравнивание мощности, развиваемой турбиной, и мощности нагрузки. В микрогидроэлектростанциях наибольшее распространение получило регулирование расхода воды путем изменения величины открывающего аппарата. Схема энергоустановки с регулированием частоты вращения турбины путем изменения энергии рабочего потока или угла атаки рабочих лопастей показана на рисунке 1, а [4, 5, 6].

Основными недостатками регулируемых турбин являются усложнение их конструкции, а также необходимость в электромеханической системе регулирования частоты вращения установки. Из-за наличия в системе регулирования инерционных элементов частота выходного напряжения может изменяться в широких пределах. В литературе приводятся данные, что время регулирования для малых гидротурбин равно 1,5–3 с. [7]. С другой стороны, для предотвращения гидравлических ударов, следует ограничивать скорость изменения параметров рабочего режима гидротурбины.

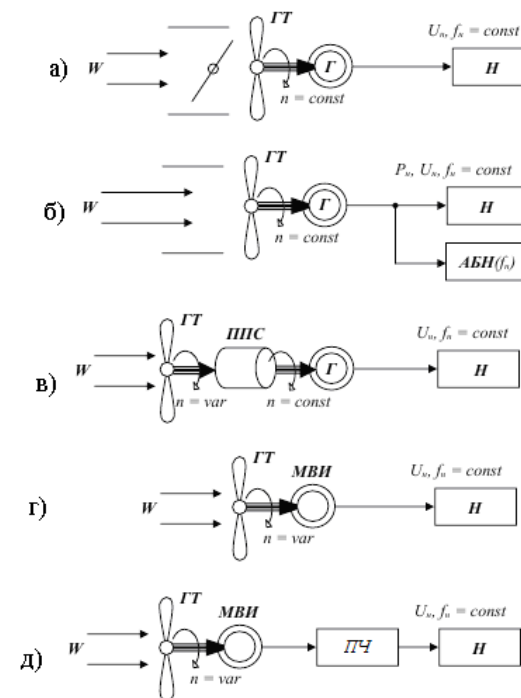


Рисунок 1 – Варианты построения систем стабилизации
 W – энергия потока воды; ГТ – гидротурбина; Г – генератор;
 а – изменения энергии рабочего потока или угла атаки рабочих лопастей;
 б – с автобалластным регулированием выходных параметров;
 в – применение приводов постоянной скорости; г – машинно–
 вентильный источник электропитания; д – использование статического
 преобразователя частоты

Таким образом, регулируемые турбины находят применение в сетевых гидроэлектростанциях с практически неизменной нагрузкой.

Упростить конструкцию турбин и добиться большего быстродействия регуляторов частоты возможно путем регулирования величины нагрузки энергоустановки. Такая возможность определяется зависимостью частоты вращения турбины от развиваемой ею мощности, которая в автономной системе электроснабжения потребляется электрической нагрузкой. Следовательно, выбирая соответствующую нагрузку источника электропитания, можно стабилизировать частоту вращения энергоблока

генератор-приводная турбина. Изменять величину нагрузки микроГЭС возможно включением на выход генератора регулируемой балластной нагрузки.

Если под «балластной» понимать некоторую полезную нагрузку, то данный способ стабилизации подразумевает автоматическое перераспределение электрической мощности между некоторыми потребителями, часть из которых допускает снижение величины питающего напряжения или его отключение [3, 8, 9]. Схема энергоустановки с автобалластным регулированием выходных параметров представлена на рисунке 1,б.

Достоинством данного способа является полное исключение электромеханических устройств из системы стабилизации частоты вращения гидродвигателя. Замена их статическим регулятором весьма выгодна как с точки зрения улучшения электрических характеристик микроГЭС, так и с экономической точки зрения. Так, по данным [2, 3], стоимость регулятора автобалласта может составлять лишь 20 % от механического регулятора гидротурбины.

Системы с тиристорным автобалластным регулированием имеют высокое быстродействие, что положительно сказывается на качестве выходного напряжения в динамических режимах микроГЭС. За счет стабилизации частоты вращения гидроагрегата, в рассматриваем типе энергоустановок, могут применяться общепромышленные генераторы без большого запаса механической прочности, а в качестве гидродвигателя – насос в турбинном режиме. Кроме того, автобалластный способ стабилизации хорошо сочетается с регулированием выходных параметров асинхронного генератора с емкостным самовозбуждением, что позволяет применять в автономных микроГЭС как синхронные, так и асинхронные машины [5, 10, 11, 12].

Недостатки автобалластных систем стабилизации связаны с ограничением точности стабилизации результирующей нагрузки микроГЭС за счет временных изменений величины и характера полезной нагрузки станции, которые затруднительно полностью скомпенсировать управляемым балластом. Соответственно, качество генерируемого напряжения имеет ограничения.

Одним из способов стабилизации частоты вращения электрического генератора, входящего в состав энергоустановки с нерегулируемым двигателем, является применение приводов постоянной скорости (ППС), которые обеспечивают постоянство частоты вращения выходного вала при изменяющейся в определенных пределах частоте вращения приводной турбины. Схема такой установки показана на рисунке 1,в. ППС применительно

к микроГЭС является аккумулятором механической энергии, которая запасается в виде воды, поднятой в резервуар. В гидроэнергоустановках подобные системы могут применяться при малых кинетических энергиях потока, когда для создания необходимого напора вода поднимается в бак, расположенный на определенной высоте относительно турбины [13].

Машино-вентильные источники электропитания позволяют стабилизировать частоту генерируемого переменного тока при изменяющейся в широком диапазоне частоте вращения привода (системы типа переменная скорость – постоянная частота, ПС – ПЧ). Распространенным вариантом такого рода машинно-вентильного генератора является индукционная машина двойного питания (МДП). Для стабилизации частоты выходного напряжения необходимо стабилизировать частоту вращения магнитного поля статора. Для этого в условиях переменной частоты вращения ротора, необходимо управлять частотой магнитного поля ротора. Следовательно, роторная обмотка МДП должна питаться от статического преобразователя частоты, который формирует переменный ток возбуждения, регулируемый в зависимости от оборотов ротора.

К достоинствам МДП относятся невысокие требования к преобразователю частоты и возможность отказаться от механических элементов системы ПС – ПЧ. К недостаткам можно отнести завышение установленной мощности индукционного генератора и возможность достаточно простого исполнения системы с МДП только при наличии скользящих контактов в цепи ротора.

Кроме того, нерегулируемая турбина определяет повышенные требования к механической прочности генератора. Для пропеллерных турбин угонное число оборотов в 2,5 раза превышает частоту вращения при номинальном режиме. В то же время для общепромышленных электрических машин допускается превышение номинальной частоты вращения не более чем на 30 %. Схема установки, содержащей машинно-вентильный источник электропитания (МВИ), показана на рисунке 1,г.

Развитие способов построения машинно-вентильных источников электропитания с использованием статического преобразователя частоты представлено на рисунке 1,д. Отличительной особенностью данного варианта является формирование качественного выходного напряжения с помощью статического преобразователя, входным напряжением которого является нестабильное по частоте (и возможно по величине) напряжение гидрогенератора с нерегулируемой турбиной.

Достоинствами данного варианта построения микроГЭС являются высокое качество генерируемого напряжения и возможность использования любого типа генератора: асинхронного, синхронного с магнитоэлектрическим и электромагнитным возбуждением.

Основным недостатком – относительная дороговизна статического преобразователя.

Таким образом, способ построения и стабилизации выходных электрических параметров микроГЭС зависит от напора воды, характеристик гидрогенератора и от структуры и состава нагрузок, определяющих требования к качеству электроснабжения.

Опыт разработки и эксплуатации микроГЭС доказал, рациональным вариантом построения станций является бесплотинная конструкция с автобалластной системой стабилизации. Именно по этому принципу выполнено большинство автономных систем электроснабжения, которые успешно эксплуатируются во многих странах мира: США, Японии, Китае, Дании, Швеции и т.д. Также, следует отметить, что микроГЭС автобалластного типа могут выполняться в различных модификациях, например [14–18].

В настоящее время основные усилия разработчиков микроГЭС направлены на совершенствование систем стабилизации выходного напряжения энергоустановки, что позволяет использовать максимально простое и дешевое гидротехническое оборудование. В результате стоимость микроГЭС снижается при одновременном повышении её надежности.

Принимая во внимание постоянное снижение цен и расширение ассортимента устройств преобразовательной техники, следует указать на перспективность применения в микроГЭС машинно-вентильных систем со статическими преобразователями частоты, формирующими выходное напряжение станции.

ВЫВОДЫ

Таким образом, рассмотрены основные современные системы стабилизации электрических параметров микроГЭС которые строятся с использованием машинно-вентильных систем благодаря их высокой надежности, хорошим динамическим свойствам, возможностям снижения требований к гидроагрегату, хорошим эксплуатационным характеристикам, относительно невысокой скоростью, а также системы стабилизации автобалластного типа. Позволяющие управлять гидроагрегатом в целом и, соответственно, стабилизировать его частоту вращения (и электрическую частоту) и величину генерируемого напряжения.

Весьма перспективны микроГЭС со статическими преобразователями частоты и устройствами накопления электроэнергии. Такие станции позволяют добиться высокого качества выходного напряжения и лучшего согласования баланса генерируемой и потребляемой мощности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 ГОСТ 13109–97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная, нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

2 <http://www.inversiya.com/alternativ/001.htm>.

3 <http://energyservice.sitcity.ru>.

4 **Joseph, R., Umanand, L.** Turbine emulator for development of variable speed microhydro power generation systems // 2012 IEEE International Conference on Sustainable Energy Technologies. ICSET 6357421. – P. 335–340.

5 <http://ersd.narod.ru/gidro12.htm>.

6 **Лукутин, Б. В., Обухов, С. Г.** Система управления затвором микрогидроэлектростанции. Патент RU 2005138C1 F03B15/06. Оpubл. В БИ № 44–48, 1993.

7 **Лукутин, Б. В., Обухов, С. Г.** Динамика микрогидроэлектростанции с автобалластной стабилизацией напряжения. // Электротехника. – 1989. – № 10. – С. 9–12.

8 **Лукутин, Б. В., Шандарова, Е. Б.** Адаптивная система стабилизации напряжения микроГЭС балластного типа // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 321. – № 4. – С. 42–47.

9 **Лукутин, Б. В., Шандарова, Е. Б.** Качество напряжения микрогидроэлектростанций с вентильной балластной нагрузкой [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 3. – С. 0. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/103-6326> [3734–2012].

10 Патент 456330 (США) Способ регулирования генератора и/или устройство для регулирования генератора.

11 Патент 4417194 (США) Асинхронная генераторная система с переключаемым емкостным регулированием.

12 **Teo, K.T.K., Goh, H. N., Chua, B. L., Tang, S. K., Tan, M. K.,** Modelling and optimisation of stand alone power generation at rural area // 2013 IEEE International Conference on Consumer Electronics – China, ICCE–China 2013. – 6780868, P. 51–56.

13 [http://sgp.uz/userfiles/MikroGES % 20 rus-new.pdf](http://sgp.uz/userfiles/MikroGES%20rus-new.pdf).

14 Патент 0098047 (ЕПВ) Электрическая система регулирования.

15 Патент 2548845 (Франция) Способ и устройство стабилизации частоты переменного тока в автономном генераторе с переменным режимом нагрузки, приводимым в действие природным потоком.

16 Патент 2909069 (Германия) Способ и устройство для подсоединения и отсоединения нагрузки в условиях неполной нагрузки преобразователя ветряной энергии.

17 Патент 4511807 (США) Регулирующая система для электрического генератора.

18 Патент 4095120 (США) Регулирование нагрузки электрических генераторов с ветряным приводом.

Материал поступил в редакцию 11.12.17.

В. В. Лукутин¹, Р. М. Мустафина², Е. Ж. Сарсикеев³, А. У. Аджанов⁴, Г. О. Сулейменова⁵

Микро-гидроэлектр станцияларының кернеуін тұрақтандыру әдістемесін талдау

¹Томск қаласының политехникалық университеті,
Томск қ., 634050, Ресей Федерациясы;

²С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы;

^{3,4,5}С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті,
Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы.

Материал 11.12.17 баспаға түсті.

В. В. Lukutin¹, R. M. Mustafina², E. Zh. Sarsikeev³, A. U. Adzhanov⁴, G. O. Suleimenova⁵

Analysis of the methods of voltage stabilization of micro-hydraulic power stations

¹Tomsk Polytechnic University, Tomsk, 634050, Russian Federation;

²S. Toraihyrov Pavlodar State University,
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan;

^{3,4,5}Kazakh Agro Technical University S. Sefullin,
Astana, 010000, Republic of Kazakhstan.

Material received on 11.12.17.

Мақалада авторлар генерацияланған электрэнергиясының сапасын талап ететін және микрогидроэлектростанциялар жұмысын тұрақты қамтамасыз етуге арналған қуат тұрақтандыру әдістерін қарастырады. МикроГЭС-те электрлік машиналар генераторларының қоздыруын бұрыштық реттегіштері мен турбинаның бұрылыс бұрышына әсер ететін, майлы сорғыштар базасындағы айналу жиілігінің автоматты реттегіштері

бар. МикроГЭС-тің құрылысын және тұрақтандыру жүйесін жетілдіру мұндай қондырғылардың облысын кеңейтіп қана қоймай өндірілетін энергия бағасын төмендетеді. Сонымен қатар, микроГЭС генераторларының электрмашиналық жұмыс режимдерін зерттеулерге байланысты сұрақтары мен статистикалық жартылай өткізгіштік жүйелерін реттеу жиілігі мен өлшемдері жөніндегі сұрақтар заманауи микрогидроэлектростанция құру үшін негізгі мәселелері болып табылады.

In the article the authors consider ways to stabilize the voltage to ensure the stable operation of micro hydroelectric plants and the required quality of generated electricity. Micro hydroelectric power stations had automatic speed controllers on the basis of the oil pump, which influenced the angle of rotation of turbine blades, and coal regulators of excitation of electric machine generators. Improving the design of micro hydroelectric power stations, as well as stabilization systems for its output parameters, will not only expand the scope of such installations, but also reduce the cost of energy produced. Accordingly, the issues related to the study of the operation modes of electric microheater generators in conjunction with static semiconductor systems for regulating the magnitude and frequency of the output voltage are of paramount importance for the development of modern micro hydroelectric power stations.

Д. В. Лебедев

Механико-математический факультет, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, 050000, Республика Казахстан
email: danil.lebedev.0881@gmail.com

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ФРАГМЕНТИРОВАННОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

В статье представлен алгоритм для решения трехмерного модельного уравнения теплопроводности по неявной разностной схеме, реализованный с использованием технологии фрагментированного программирования и интерфейса передачи сообщений MPI. Реализация такого алгоритма представляет собой крупноблочное явно параллельное представление алгоритма, не привязанное к ресурсам вычислителя, что обеспечивает переносимость реализованного алгоритма на различные конфигурации высокопроизводительных ресурсов. На базе данного представления алгоритма возможна разработка параллельной программы, реализующей данный алгоритм, например, с использованием интерфейса передачи сообщений MPI. Кроме того, такое представление алгоритма является исполняемым для системы программирования Language Numerical Algorithm (LuNA). Для представленного алгоритма было проведено сравнительное тестирование для различных параметров трех реализаций: последовательная программа и реализации с использованием MPI и LuNA.

Ключевые слова: технология фрагментированного программирования, уравнение теплопроводности, метод прогонки, MPI, LuNA.

ВВЕДЕНИЕ

Реализация больших численных моделей на суперкомпьютерах накладывает строгие ограничения на масштабируемость используемых численных алгоритмов. Численный алгоритм должен содержать достаточно независимых операций в течении времени исполнения, чтобы нагружать доступные вычислительные узлы суперкомпьютера. Локальность данных алгоритма должна допускать реализацию, эффективную по коммуникациям.

Особый интерес представляют алгоритмы, эффективную реализацию которых способны обеспечивать системы автоматизации программирования (такие как [1–4]), т.к. это позволяет существенно снизить трудоёмкость разработки параллельной программы.

В настоящей статье мы рассматриваем типичный итерационный численный алгоритм на трехмерной сетке, который решает модельное уравнение теплопроводности [5]. Вычисления алгоритма состоят, главным образом, из решения набора решений уравнения трехдиагональных СЛАУ методом прогонки. Подобные алгоритмы, как правило, требуют настолько больших сеток, насколько возможно, что и влечет необходимость применения суперкомпьютеров. Авторы используют метод стабилизирующих поправок [6], который является неявным и включает решение трехдиагональных СЛАУ отдельно по каждому измерению задачи на каждой итерации.

В подобных задачах характерна потребность в больших сетках, что ограничивается лишь доступными вычислительными ресурсами и временем, поэтому важно уметь их решать на суперкомпьютерах. Также существенно, что метод стабилизирующей поправки – неявный и включает в себя решение множества трёхдиагональных СЛАУ отдельно по каждой из трёх размерностей задачи на каждой итерации.

В статье предлагается масштабируемый решатель рассматриваемой задачи. Рассматриваются две реализации решателя — традиционная программа с использованием MPI и реализация в системе автоматизации конструирования параллельных программ LuNA [1]. При этом сравнивается сложность программирования и эффективность итоговой программы.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В качестве задачи, использованной для сравнения параллельного и фрагментированного алгоритмов, рассматривается модельное трехмерное уравнение теплопроводности в единичном кубе [5].

$$u_t = u_{xx} + u_{yy} + u_{zz} \quad (1)$$

с начальными

$$u(x, y, z, 0) = u_0(x, y, z) \quad (2)$$

и граничными условиями

$$\begin{aligned} u(0, y, z, t) = u(x, 0, z, t) = u(x, y, 0, t) = 1 \\ u(1, y, z, t) = u(x, 1, z, t) = u(x, y, 1, t) = 1 \end{aligned} \quad (3)$$

Для решения уравнения (1) с начальными и граничными условиями (2), (3) применим метод стабилизирующей поправки [6]. Суть метода заключается в следующем. Для расчета значения на следующем временном шаге вводятся промежуточные шаги: первый шаг дает полную аппроксимацию уравнения теплопроводности, следующие шаги являются поправочными и служат цели,

улучшения устойчивости. Каждый промежуточный шаг решается методом прогонки. Разностная схема выглядит следующим образом:

$$\begin{aligned} \frac{u^{n+1/3} - u^n}{\tau} &= \Lambda_1 u^{n+1/3} + \Lambda_2 u^n + \Lambda_3 u^n \\ \frac{u^{n+2/3} - u^{n+1/3}}{\tau} &= \Lambda_2 (u^{n+2/3} - u^n) \\ \frac{u^{n+1} - u^{n+2/3}}{\tau} &= \Lambda_3 (u^{n+1} - u^n) \end{aligned} \quad (4)$$

Для параллельной реализации был выбран параллельно-конвейерный алгоритм [7].

Основная идея параллельно-конвейерного алгоритма заключается в том, что процессор, выполнив прямой или обратный ход прогонки по части точек, передает вычисленные значения на границе отрезка (при прямом ходе – правую границу при обратном – левую) соседнему процессору, чтобы тот мог продолжить прогонку, а сам в это время начинает обрабатывать следующую порцию точек. Если исключить время разгона и торможения конвейера, то все остальное время в счете задействованы все процессоры. Поясним вышесказанное с помощью рисунка 1. На рисунке конвейер состоит из 3 процессоров, строки на рисунке (сверху вниз) соответствуют количеству тактов, стрелки вправо – протягиванию прямого хода прогонки в одном направлении, а влево – в другом. Светло-серым цветом отмечены процессоры, протянувшие прогонку в одном направлении, темным – в обоих.

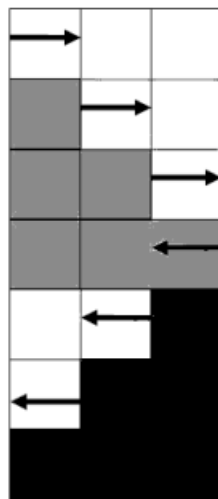


Рисунок 1 – Схема параллельного конвейерного алгоритма

Был реализован следующий параллельный алгоритм. Вначале производится разбиение исходной трехмерной области на подобласти, как показано на рисунке 2. Каждый процесс будет вычислять значения в подобласти, полученной делением исходной области на количество процессов по каждому измерению, которые задаются вручную, с учетом того, что произведение количества процессов по каждому измерению равно общему количеству процессов, на которых выполняется программа. Для вычисления значений в подобласти будем использовать параллельно-конвейерный алгоритм на каждом промежуточном шаге.

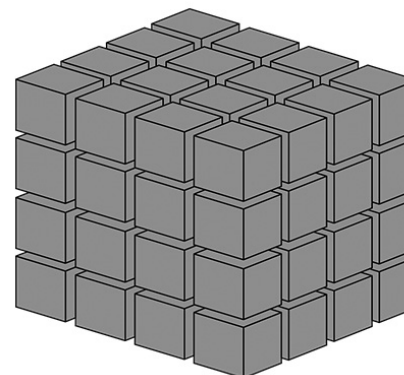


Рисунок 2 – Декомпозиция трехмерной области

Параллельно-конвейерный алгоритм для каждого промежуточного шага будет вычислять серию прогонок, в которых количество прогонок равно произведению количества точек по одному измерению на количество точек по другому измерению. В качестве этих измерений берутся те, по которым на текущем промежуточном шаге не считается прогонка. К примеру, если рассмотреть первый промежуточный шаг, то в качестве таких измерений берутся измерения y и z . Количество тактов равно количеству точек по измерению y , а количество порций – количеству точек по измерению z . При таком разделении на такты и порции параллельно-конвейерный алгоритм показывает хорошее ускорение [8]. Рассмотрим алгоритм для первого промежуточного шага, для остальных промежуточных шагов алгоритм не меняется, меняются только параметры алгоритма. Для нахождения $u^{n+1/3}$ необходимо выполнить прогонку по измерению x . При прямом ходе прогонки вычисляются значения α и β для всех точек подобласти по измерению x и z для фиксированной точки по измерению y для всех процессоров, которые являются первыми по направлению x . Затем вычисленные значения α и β

в последней точке подобласти по измерению x и всех точек по измерению z передаются соседнему процессу по направлению x , который ожидает получения переданных значений α и β и в свою очередь также вычисляет соответствующие α и β и передает вычисленные значения соседнему процессору. В это же время предыдущий процессор вычисляет значения α и β для следующей фиксированной точки по измерению y . Последний процесс по направлению x после получения переданных граничных значений α и β вычисляет собственные α и β , но не передает их, а начинает вычислять $u^{n+1/3}$ и передает обратно значения $u^{n+1/3}$ в первой точке подобласти по измерению x и всех точек по измерению z обратно. Таким образом, вычисляются значения $u^{n+1/3}$ для всей области, после чего переходим ко второму промежуточному шагу. По завершении всех промежуточных шагов получают вычисленные значения для u^{n+1} . Перед переходом на следующий временной шаг выполняется обмен границами и снова выполняется параллельно-конвейерный алгоритм для каждого промежуточного шага.

Выбор параллельно-конвейерного алгоритма обусловлен следующими причинами. Во-первых, применяемый численный метод при решении прогонки на каждом промежуточном шаге будет обмениваться данными только в одном направлении, что позволяет разбить вычисления на подобласти, которые будут выполняться независимо. Во-вторых, при переходе от одного промежуточного шага к следующему нет необходимости в обмене границами, так как при расчете используются граничные значения только для u^n , что позволяет сократить количество коммуникаций. Кроме того в [8] показано применение параллельно-конвейерного алгоритма для одного промежуточного шага метода стабилизирующей поправки и части трехмерной области, состоящей из всех точек по оси x и части точек по остальным осям, которое показало хорошую эффективность параллельно-конвейерного алгоритма на больших размерах задачи и большом количестве процессов.

Было проведено тестирование на суперкомпьютере МВС-10П Межведомственного суперкомпьютерного центра Российской академии наук, который включает в себя узлы с двумя восьмидерными процессорами Xeon E5-2690 и 64 ГБ оперативной памяти на каждый узел. Были реализованы следующие программы последовательная, параллельная и фрагментированная программа. Параллельная программа была реализована с использованием стандарта MPI. Были выбраны следующие параметры – размер исходной области менялся от 100^3 до 1000^3 с шагом 100 по каждому направлению, количество процессов от 8 ($2 \times 2 \times 2$) до 512 ($8 \times 8 \times 8$) с увеличением на 1 по каждому из трех направлений одновременно.

Результаты расчета параллельной программы показаны на рисунке 3. Столбцами показано время расчета для параллельной программы, линией время расчета последовательной программы. Видно, что с увеличением количества процессов время расчета уменьшается практически на всех размерах задачи, за исключением 100^3 . На этом размере при увеличении количества процессов доля времени вычислений становится меньше и вклад накладных расходов на коммуникации более существенен.

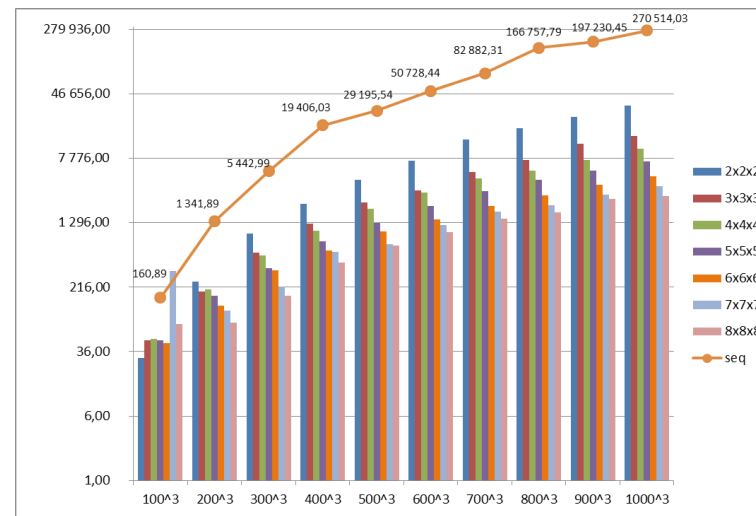


Рисунок 3 – Время расчета для параллельной программы

С увеличением размера задачи время вычислений увеличивается пропорционально размеру задачи для параллельной программы, что показывает хорошую масштабируемость рассматриваемого алгоритма.

Для количества процессов равным 8 на некоторых размерах задачи было получено сверхлинейное ускорение. Так при размере задачи 800^3 эффективность равно 1,16. Это обусловлено несколькими причинами. Во-первых, для такого количества процессов параллельная программа полностью помещается на один узел и соответственно время, затрачиваемое на коммуникации внутри узла, минимально. Во-вторых, более эффективно используется кэш процессора, что и позволяет получить эффективность больше единицы. При увеличении размера задачи эффективность также больше 1, но меньше чем для размера 800^3 . Так для размера задачи 900^3 и 1000^3 эффективность примерно равна 1,01.

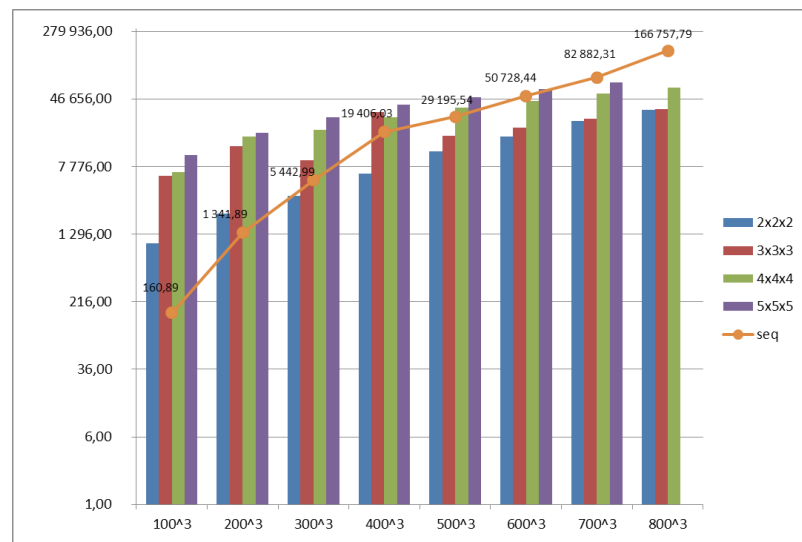


Рисунок 4 – Время расчета для фрагментированной программы

На рисунке 4 показано время расчета для фрагментированной программы. Столбцами показано время расчета для фрагментированной программы, линией время расчета последовательной программы. Из рисунка видно, что на малых размерах задачи время расчета фрагментированной программы больше чем время расчета последовательной программы. Это связано с малой долей полезных вычислений и большой долей накладных расходов на работу самой системы. При увеличении размеров задачи время выполнения фрагментированной программы становится меньше времени выполнения последовательной программы, сначала на количестве процессов равным 8, а затем и на всех остальных. Несмотря на уменьшение времени выполнения фрагментированная программа проигрывает по времени выполнения параллельной программе примерно в два раза на малом количестве процессов и больше при увеличении количества процессов. Это связано с увеличением доли накладных расходов на коммуникации. Для ускорения работы фрагментированной программы необходимо попробовать реализовать ее на прямом управлении.

ВЫВОДЫ

Исследована сравнительная эффективность по времени выполнения параллельной программы различных реализаций прикладного алгоритма

решения модельного уравнения теплопроводности для трехмерного случая. Сравнение показало, что система LuNA обеспечивает меньшую эффективность, чем ручная MPI-реализация. Это говорит о необходимости дальнейшего развития системных алгоритмов LuNA, хотя и демонстрирует её практическую применимость для достаточно больших задач исследуемого типа, особенно с учётом того, что разработка LuNA-программы существенно проще, чем разработка аналогичной MPI-программы.

В дальнейшем планируется разработать фрагментированную программу на прямом управлении для рассмотренного параллельного алгоритма. Также планируется применить этот алгоритм для решения трехмерной краевой задачи фильтрации жидкости для системы «нефть-вода-газ».

Работа выполнена при поддержке грантового финансирования научно-технических программ и проектов Комитетом науки МОН РК, грант № 5029/ГФ4.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 V. E. Malyshkin, V. A. Perepelkin. LuNA Fragmented Programming System, Main Functions and Peculiarities of Run-Time Subsystem // Proceedings of the 11th International Conference on Parallel Computing Technologies, LNCS 6873. – Springer, 2011. – P. 53–61.

2 Bosilca, G., Bouteiller, A., Danalis, A., Faverge, M., Herault, T., Dongarra, J. PaRSEC: exploiting heterogeneity to enhance scalability // IEEE Comput Sci Eng 15(6):36-45. – DOI: 10.1007/978-3-642-23178-0_5.

3 Bosilca, G., Bouteiller, A., Danalis, A., Faverge, M., Haidar, A., Herault, T., Kurzak, J., Langou, J., Lemarinier, P., Ltaeif, H., Luszczek, P., YarKhan, A., Dongarra, J. «Flexible Development of Dense Linear Algebra Algorithms on Massively Parallel Architectures with DPLASMA» // Proceedings of the Workshops of the 25th IEEE International Symposium on Parallel and Distributed Processing (IPDPS 2011 Workshops). – IEEE, Anchorage, Alaska, USA. – 2011, 16–20 May. – P. 1432-1441.

4 Charm++. [Electronic resource]. – <http://charm.cs.uiuc.edu> (accessed 02.11.2016).

5 Тихонов, А. Н., Самарский, А. А. Уравнения математической физики. – М. : «Наука», 1977. – 735 с.

6 Яненко, Н. Н. Метод дробных шагов решения многомерных задач математической физики. – Новосибирск : Наука, 1967. – 197 с.

7 Сапронов, И. С., Быков, А. Н. Параллельно-конвейерный алгоритм // Атом. – 2009. – № 44. – С. 24–25.

8 Ахмед-Заки, Д. Ж., Лебедев, Д. В., Перепёлкин, В. А. Сравнение эффективности параллельных реализаций метода прогонки: параллельно-конвейерный метод, параллельная прогонка. // Вестник КазНУ, серия математика, механика, информатика. – № 3(91). – Алматы, 2016. – С. 75–85.

Материал поступил в редакцию 11.12.17.

Д. В. Лебедев

Жылуөткізгіштік есептерін шешу үшін фрагменттелген бағдарламалау технологиясын қолдану

Механика-математика факультеті,
эл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Алматы қ., 050000, Қазақстан Республикасы.
Материал 11.12.17 баспаға түсті.

D. V. Lebedev

The use of fragmented programming technology to solve the problem of thermal conductivity

Faculty of Mechanical Mathematics,
al-Farabi Kazakh National University,
Almaty, 050000, Republic of Kazakhstan.
Material received on 11.12.17.

Мақалада фрагменттелген бағдарламалау технологиясы мен MPI хабарламаларды жіберу интерфейсі арқылы іске асырылған, айқын емес айырымдық схемасын қолданатын үш өлшемді модельдік жылуөткізгіштік теңдеуін шешу алгоритмі ұсынылған. Осындай алгоритмді жүзеге асыру әртүрлі конфигурациясы бар жоғары өнімді ресурстарда жүзеге асырылған алгоритмнің тасымалдануын қамтамасыз ететін, яғни есептеуіштердің ресурстарына байланбаған алгоритмнің ірі блоқты айқын параллель көрінісі болып табылады. Алгоритмнің осы көрінісінің негізінде, осы алгоритмді жүзеге асыратын параллель бағдарламаны әзірлеуге болады, мысалы, MPI хабарламаларды жіберу интерфейсінің көмегімен. Сонымен қатар, мұндай алгоритмнің көрінісі Language Numerical Algorithm (LuNA) бағдарламалау жүйесі үшін орындалады. Ұсынылған алгоритм үшін үш жүзеге асыруға әртүрлі параметрлерді қолдану арқылы салыстырмалы тестілеу өткізілді: MPI және LuNA қолдану арқылы жүзеге асырулар және тізбектелген бағдарлама.

The article presents an algorithm for solving three-dimensional model of heat conduction equation by an implicit finite difference scheme, implemented using the technology of fragmented programming and message passing interface, MPI. The implementation of such an algorithm is a large-block explicitly parallel representation of the algorithm, not tied to the resources of the computer, which provides portability of the implemented algorithm to various configurations of high-performance resources. On the basis of this representation of the algorithm, it is possible to develop a parallel program that implements this algorithm, for example, using the MPI message transmission interface. In addition, this representation of the algorithm is executable for a system programming Language for Numerical Algorithm (LuNA). For the presented algorithm, a comparative test for different parameters of the three implementations: sequential program and implement using MPI and LuNA.

Д. Б. Муканова¹, А. Е. Танабаева²

¹науч. сотр., Лаборатория регламентации в области охраны труда, РГКП «Республиканский научно исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения РК», г. Астана, 010000, Республика Казахстан;

²науч. сотр., Лаборатория исследования профессиональных рисков, РГКП «Республиканский научно исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения РК», г. Астана, 010000, Республика Казахстан

e-mail: ¹mukanova.d@rniiot.kz; ²tanabaeva.a@rniiot.kz

УСТАНОВЛЕНИЕ СТРАХОВОГО ТАРИФА ИЛИ СКИДОК/НАДБАВОК К НЕМУ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА

Впервые в Республике Казахстане разработана методика установления страхового тарифа или скидок/надбавок к нему в зависимости от степени профессионального риска. Это способствует внедрению общепринятой методикой установления надбавок и скидок к страховым тарифам («бонус-малус»), а также способствует созданию механизма повышения заинтересованности большинства работодателей в активизации работы по улучшению условий и охраны труда на основе установления зависимости страховых тарифов от фактических условий труда на каждом предприятии.

Предлагаемая методика предполагает переход от однокомпонентного отраслевого подхода в виде применения единого страхового тарифа к предприятиям одного вида экономической деятельности, к системе страховых тарифов для групп предприятий внутри видов экономической деятельности по фактическим показателям профессиональных рисков. Также данный метод позволит дифференцировать страховые тарифы в зависимости от условий труда. Размер страхового тарифа будет напрямую зависеть от условий труда и степенью профессионального риска на конкретном предприятии.

Ключевые слова: страхование, дифференцирование, поправочный коэффициент, профессиональные риски, выплаты, базовый тариф, скидки, надбавки, класс профессионального риска.

ВВЕДЕНИЕ

Закон «Об обязательном страховании работника от несчастных случаев при исполнении им трудовых (служебных) обязанностей» является основным экономическим инструментом для создания безопасных условий труда на предприятиях.

В настоящее время размеры страховых взносов по конкретным видам экономической деятельности дифференцируются по видам экономической деятельности (ВЭД) в зависимости от класса профессионального риска (ПР).

При этом, усреднение размеров страхового тарифа для отрасли одного вида экономической деятельности приводит к необоснованному увеличению или занижению страховых тарифов по сравнению с фактическими затратами на возмещение ущерба на предприятиях. К тому же Законом не предусмотрено установление действенных скидок к страховым тарифам в случае низкого уровня производственного травматизма и профессиональных заболеваний, что в совокупности приводит к незаинтересованности работодателей в улучшении условий труда на предприятии.

Для повышения эффективности действующей системы страхования от несчастных случаев на производстве полагаем целесообразным определение размера страхового тарифа в зависимости от класса профессионального риска по видам экономической деятельности дополнить индивидуальным интегральным показателем ПР, который отражает оценку степени риска производственной среды и трудового процесса в соответствии с гигиеническими требованиями, оценку риска утраты трудоспособности по причине заболевания, оценку риска утраты трудоспособности по причине травмы, в том числе оценки травмоопасности трудового процесса и оценки травмоопасности от производственного оборудования, оценку обеспеченности средствами индивидуальной защиты.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

На сегодняшний день, одним из главных приоритетов в трудовой деятельности человека – это сохранение жизни и здоровья человека. Улучшение условий труда является ключевым инструментом руководителей и заинтересованных служб по предупреждению травматизма и профессиональных заболеваний на производстве.

Оценка и анализ риска, выработка на основе концептуальных принципов комплекса мер по их реализации – главное предназначение функциональных компонентов системы обеспечения национальной безопасности страны. Постоянное улучшение социального самочувствия казахстанцев, всех слоев и социальных групп общества должны оставаться на первом плане государственной политики [1].

Из всех видов обязательного страхования особый интерес представляет страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. На сегодняшний день с позиций обязательного страхования работника от несчастных случаев на производстве, профессиональный риск означает вероятность наступления для данной профессиональной группы страховых событий, которые сопровождаются потерей заработков. Здесь страхуется не риск получить травму, а риск утраты заработков из-за несчастных случаев и риск дополнительных расходов на лечение, и реабилитацию пострадавших.

Используемая в настоящее время в Казахстане аттестация производственных объектов по условиям труда, как единственный механизм оценки условий труда, являясь одной из важных обязанностей работодателя, показывает свою неэффективность в обеспечении безопасных условий труда на рабочих местах.

В связи с чем, необходимо перейти к оценке и управлению профессиональными рисками на предприятии. При этом, переход к системе управления профессиональными рисками должен быть обеспечен установлением четкой взаимосвязи между всеми действующими параллельно системами экономического стимулирования работодателей, механизмом страхования от несчастных случаев на производстве, гарантирования льгот и компенсаций в зависимости от состояния условий труда на рабочем месте.

Внедрение системы управления профессиональными рисками по опыту успешных зарубежных стран является основой постоянного улучшения условий труда, применения новых безопасных технологий и промышленного оборудования. Ключевой механизм оценки условий труда на предприятиях Республики Казахстан в рамках аттестации рабочих мест по условиям труда должен быть дополнен и использован в качестве фундаментального обоснования модернизации системы обязательного страхования от несчастных случаев на производстве. Требуется переход от установления страховых тарифов по «отраслевому» принципу, в зависимости от вида экономической деятельности предприятия, к установлению индивидуальных тарифов для каждого из них, в зависимости от существующего уровня профессионального риска.

Страхование от несчастных случаев на производстве – один из самых традиционных и наиболее распространённых видов страхования. Данный вид страхования распространён в 169 странах – членов международной ассоциации социального обеспечения [2].

В Республике Казахстан во вредных и опасных производствах занято более 300 тысяч работников. Ежегодно на предприятиях допускаясь свыше 1700 несчастных случаев на производстве, из них около

300 – со смертельным исходом. Эти цифры свидетельствуют о том, что в стране по-прежнему сохраняются высокие показатели производственного травматизма. Кроме того, ежегодно выявляется около 500 случаев профессиональных заболеваний. При этом более 80 % профзаболеваний регистрируется на промышленных предприятиях [3].

Так, основным нормативно-правовым актом регулирующим отношения между работниками и работодателем в части возмещения вреда при наступлении страхового случая является разработанный в 2005 году Закон Республики Казахстан «Об обязательном страховании работника от несчастных случаев на производстве при исполнении им трудовых (служебных) обязанностей». За прошедшие 12 лет Закон несколько раз подвергался изменениям, вызванными проблемами, возникающими в ходе практической реализации механизма.

Система установления страховых взносов определяется классами профессионального риска в соответствии с его видом экономической деятельности (далее – ВЭД), осуществляемого страхователем.

По Закону о страховании работников от несчастных случаев, *размер страховой премии устанавливается согласно страховым тарифам дифференцированным по видам экономической деятельности (ВЭД) в зависимости от класса профессионального риска (ПР).*

В соответствии с действующими Правилами «отнесения видов экономической деятельности к классам профессионального риска», (утв. ПП РК от «30» июня 2005 года № 652), 292 вида экономической деятельности дифференцируются по 22 классам ПР в диапазоне от 0,12 до 2,96 %.

Согласно Правилам класс профессионального риска по ВЭД определяется величиной приведенного среднего показателя ПР, который рассчитывается, как среднее арифметическое суммы показателей ПР по определенному ВЭД за 5 (пять) предыдущих лет. Тем самым, более высокий класс профессионального риска, предусматривает высокий страховой тариф (таблица 1).

Таблица 1 – Страховые тарифы, дифференцированные по видам экономической деятельности

Классы ПР	Страховые тарифы	Классы ПР	Страховые тарифы
1	0,12 %	12	0,76 %
2	0,29 %	13	1,29 %
3	0,48 %	14	1,55 %
4	0,49 %	15	1,13 %
5	0,52 %	16	1,17 %
6	0,53 %	17	1,21 %

7	0,54 %	18	2,43 %
8	0,65 %	19	1,75 %
9	0,56 %	20	2,05 %
10	0,88 %	21	2,54 %
11	0,75 %	22	2,96 %

Однако при рассмотрении действующего механизма обязательного страхования работника от несчастного случая на производстве было выявлено, что страховые тарифы по 22 классам ПР упорядочены не по увеличению. Например к 18 классу ПР установлен тариф в размере 2,43 %, а 19-у классу – 1,75 %. В связи с чем необходимо пересмотреть и упорядочить страховые тарифы по возрастанию пропорционально от класса ПР.

В 2010 году в Закон были внесены изменения касательно установления поправочного коэффициента к страховому тарифу в зависимости от условий труда на предприятии. В соответствии со 17–1 Закона, в том случае, если случай произошел по вине страхователя в период действия предыдущего договора обязательного страхования работника от несчастного случая на производстве, страховщик обязан увеличить размер страховой премии, путем применения поправочного коэффициента (табл. 2).

Таблица 2 – Определение коэффициента надбавки к страховой премии

Среднегодовое количество пострадавших работников	Общее количество работников					
	До 100	От 101 до 500	От 501 до 1000	От 1001 до 10000	От 10001 до 20000	Более 20000
Коэффициенты						
От 2 до 9	3	2	1,75	1	1	1
От 10 до 19	3,4	3,2	3	2,5	1,25	1,1
От 20 до 49	3,8	3,3	3,2	2,75	2,4	1,25
От 50 до 99	4	3,5	3,3	3	3,1	1,5
От 100 до 199		3,6	3,5	3,4	3	2
От 200 до 299		4	3,75	3,5	3,2	3
От 300 и более			4	3,8	3,6	3,5

Величина страхового тарифа определяется в таком случае умножением установленного по классу ПР страхового тарифа (табл. 1) на поправочный коэффициент (табл. 2).

Из представленных в таблице данных следует, что наиболее высокий страховой тариф соответственно и доля пострадавших в общей численности приходится на предприятия с численностью работников до 1000 человек.

А для предприятий с количеством работников свыше 20 тыс. максимальное значение коэффициента составит 3,5 %. (Как известно, таких крупных предприятий в Казахстане немного).

Из этого следует, что более высокие тарифы для мелких и средних предприятий в сравнении с крупными, не оправданы и негативно влияют на конкурентоспособность мелких и средних предприятий.

К тому же определение надбавки страховому тарифу не учитывает причин наступления страховых случаев и тяжести их последствий. Неадекватное реальному состоянию условий труда установление коэффициентов приводит к отсутствию или искажению экономической заинтересованности работодателей в улучшении условий и безопасности труда.

Более того, Законом страхования работников от несчастных случаев при исполнении им трудовых (служебных) обязанностей предусмотрены коэффициенты только лишь по увеличению страховой премии, тогда как скидки к страховому тарифу за низкие показатели профессионального риска (далее – ПР) или улучшение условий труда на предприятии не установлены. Это также приводит к отсутствию у работодателя заинтересованности в улучшении условий труда.

Для решения данной проблемы была предложена Методика установления страхового тарифа в зависимости от класса профессионального риска, разработанная РГКП «Республиканским научно-исследовательским институтом по охране труда» (далее – РНИИОТ). Данная методика основывается на оценке профессиональных рисков, которая разработана в РНИИОТ и предусматривает оценку условий труда по 5 степеням риска. Так, предприятие, получившее 1 степень, условия труда оцениваются, как допустимые, 2 степень – условия труда с низким риском, 3 степень – средним риском, 4 степень – высоким и 5 степень – очень высоким риском.

Методика оценки профессиональных рисков позволит дифференцировать страховой тариф индивидуально для каждого предприятия, что позволит предприятиям с более низкой степенью риска оплачивать меньшую страховую сумму. Так, каждое предприятие относится к тому классу риска, к которому соответствует его деятельность. После отнесения предприятия к классу риска в соответствии с ВЭД, происходит дифференциация внутри класса по подразделениям (административно-управленческое, основное и вспомогательное). Так на основе оценки ПР каждое подразделение оценивается по 5 степеням риска и получает свою степень. Подразделение получившее 1-ую степень получает скидку к страховому тарифу, если условия труда соответствовали 2-ой степени тариф остается неизменным, а подразделение получившее 3–5 степень увеличивает сумму страхового тарифа в 2–4 раза.

То есть если даже предприятие отнесено к высокому классу риска в соответствии с ВЭД, но на основе оценки профессиональных рисков получила 1 степень то предприятию предоставляется скидка к страховому тарифу. Ввиду того, что отнесение предприятий к классу ПР осуществляется в соответствии с его ВЭД и не зависит от условий труда, возможность перехода в более низкий класс ПР может быть обеспечена общими усилиями всей группы организаций, отнесенных к данному ВЭД.

Для повышения эффективности системы обязательного страхования от несчастных случаев полагаем целесообразным определение размера страхового тарифа в зависимости от класса ПР по ВЭД дополнить дифференцированным показателем, построенным на анализе условий труда на предприятии. Это приведет к созданию механизма, который позволит применить широко популярную в мире практику надбавок и скидок к страховым тарифам («бонус-малус»), когда от фактических показателей каждого отдельного предприятия будет зависеть размер их страхового тарифа, что способствует усилению заинтересованности большинства работодателей в активизации работы по улучшению условий и охраны труда.

ВЫВОДЫ

Предлагаемая нами методика предполагает отход от единых страховых тарифов, установленных по классам профессионального риска для всех предприятий той или иной отрасли, к системе страховых тарифов для групп производств внутри отраслей по фактическим показателям профессионального риска, уровню производственного травматизма, профессиональной заболеваемости и т.д.

Таким образом, устанавливается четкая взаимосвязь между страховыми премиями и условиями труда на предприятиях. Предприятие, имеющее худшие условия труда, будет уплачивать большие страховые взносы, а то предприятие, которое имеет хорошие условия труда, будет платить гораздо меньше, несмотря на отнесение к одной отрасли.

Применение такого подхода

– стимулирует улучшение условий труда и снижение профессиональных рисков;

– создает для работодателей возможность сокращения затрат на страхование и инвестирования высвобождающихся средств в улучшение условий труда, социальные программы и т.д.;

– обеспечивает адресное направление средств на компенсацию занятости работников в тяжелых и вредных для здоровья условиях труда и реабилитацию в случае травмирования или профессионального заболевания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Через кризис к обновлению и развитию // Послание Президента Республики Казахстан Н. А. Назарбаева народу Казахстана.

2 **Удалов, С. А.** Страхование от несчастных случаев на производстве в Российской Федерации. ВАК: 08. 00. 10. М. : 2005.

3 Комитет Республики Казахстан по статистике www.stat.gov.kz / Официальная статистическая информация / Раздел здравоохранения.

Материал поступил в редакцию 11.12.17.

Д. Б. Мұқанова, А. Е. Танабаева

Кәсіптік тәуекел дәрежесіне байланысты сақтандыру тарифінің жеңілдік/үстеме анықтауы

«Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты» РМҚК, Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы. Материал 11.12.17 баспаға түсті.

D. B. Mukanova, A. E. Tanabaeva

Establishing an insurance tariff or discounts / allowances for it depending on the degree of occupational risk

Republican Scientific Research Institute on Occupational Health and Safety with the Ministry of Labour and Social Protection of Population, of the Republic of Kazakhstan, Astana, 010000, Republic of Kazakhstan. Material received on 11.12.17.

Қазақстанда кәсіптік тәуекел дәрежесіне байланысты сақтандыру тарифінің жеңілдік/үстеме әдістемесі алғаш рет әзірленді. Ұсынылып отырған әдіс сақтандыру тарифтерін еңбек шарттарына байланысты ажыратуына енгізу мүмкіндігін береді. Сақтандыру тарифінің мөлшері нақты кәсіпорында тікелей еңбек жағдайлары мен кәсіптік тәуекел дәрежесіне тәуелді. Бұл сыйлықақылар мен сақтандыру тарифтеріне (бонус-малуус) жеңілдіктер енгізу бойынша жалпыға бірдей қабылданған әдіснаманы енгізуге ықпал етеді, сондай-ақ жұмыс берушілердің

көпшілігінің еңбек жағдайларын және қауіпсіздікті жақсарту жөніндегі жұмысты жандандырудағы қызығушылығын арттыру механизмін құруға ықпал етеді, бұл сақтандыру тарифтерінің нақты жұмыс жағдайларына тәуелділігін белгілейді.

Ұсынылған әдістеме бір компонентті салалық тәсілдемеден экономикалық қызмет түрлерінің бір түріне жататын кәсіпорындарға бірыңғай сақтандыру тарифін қолдану түрінде, кәсіптік тәуекелдердің іс жүзіндегі көрсеткіштеріне негізделген шаруашылық қызметінің түрлері бойынша кәсіпорындардың топтары үшін сақтандыру тарифтеріне көшуді көздейді.

For the first time in Kazakhstan, a methodology has been developed to establish an insurance tariff or discounts / allowances for it, depending on the degree of occupational risk. The introduction of the proposed method will allow differentiating insurance tariffs depending on working conditions. The size of the insurance tariff will depend directly on the working conditions and the degree of occupational risk at a particular enterprise. This contributes to the introduction of a generally accepted methodology for setting premiums and discounts on insurance tariffs (bonus-malus), and also contributes to the creation of a mechanism to increase the interest of the majority of employers in activating work to improve labor conditions and safety by establishing the dependence of insurance tariffs on actual working conditions on each enterprise. The proposed methodology assumes a transition from a one-component industry approach in the form of applying a single insurance tariff to enterprises of one type of economic activity, to a system of insurance tariffs for groups of enterprises within the types of economic activity based on actual indicators of occupational risks.

ГРНТИ 44.31.34

А. С. Никифоров¹, М. К. Молдабаева²

¹к.т.н., профессор, кафедра «Теплоэнергетика», Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

²магистрант, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан
e-mail: ¹aleke4599@mail.ru; ²madina.moldabaewa@yandex.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ И ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ АГРЕГАТОВ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ГЛИНОЗЕМА

В статье представлен способ получения глинозема, включающий смешивание алюминий содержащего сырья с хлоридом аммония, насыщение осветленного раствора газообразным хлористым водородом до кристаллизации шестиводного хлорида алюминия в маточном растворе, обработку отфильтрованной твердой фазы ранее полученным в процессе водным раствором аммиака с образованием бемита и раствора хлорида аммония и возвратом последнего в процесс, прокаливание бемита до получения глинозема, пиролиз маточного раствора с выделением хлористого водорода и возвратом его в процесс на стадию обработки активированного сырья и стадию насыщения осветленного раствора является актуальной задачей.

Цель работы: Изучение взаимодействия карбонат содержащих минералов бокситов со щелочно-алюминатными растворами глиноземного производства и выдача практических рекомендаций для их вывода на стадии мокрого размола пульпы, а также изыскание условий обжига, обеспечивающих удовлетворительное разложение карбонатов и окисление органических примесей при более мягких, не энергоемких условиях, получение обожженного краснооктябрьского боксита, выщелачивающегося при низких температурах с целью расширения сырьевой базы глиноземного производства.

Задачи работы: 1 Способ получения глинозема осуществляется следующим образом. Алюминий содержащее сырье в смеси с хлоридом аммония направляют на обжиг, где происходит частичная термическая активация сырья и разложение хлорида аммония.

При этом хлористый водород взаимодействует с оксидными компонентами сырья, а свободный аммиак абсорбируется водой с образованием водного аммиака.

2 В основу изобретения положена задача, заключающаяся в разработке способа получения металлургического глинозема из низкосортного сырья (например, каолиновых глин и анортозитов), позволяющего перерабатывать бедные высококремнистые руды, а также отходы, в том числе, золы от сжигания энергетических углей.

Способы получения глинозёма, заключающиеся в обработки руды щелочами, связывающими глинозём в растворимый алюминат натрия, наиболее просты и экономичны. Для перевода глинозёма в алюминат натрия руду непосредственно обрабатывают щёлочью (способ Байера), либо спекают с солями щелочных и щелочноземельных металлов, получая твёрдые алюминаты, которые затем выщелачивают водными растворами.

Ключевые слова: глинозема, тепловые и температурные режимы.

ВВЕДЕНИЕ

Глиноземом называется кристаллическая окись алюминия. Она является основным сырьем для получения алюминия. Алюминий получают из глинозема электролизом. Глинозем используется также и в других отраслях промышленности (например, для отбеливания бумаги, производства специальных сортов цемента, цеолитов – веществ, поглощающих определенный сорт молекул в присутствии других молекул и пр.). Кроме того, иногда бывает рентабельно в состав производства глинозема включать производство редких металлов, сопутствующих алюминию в руде (таких, как галлий, ванадий и пр.).

Глинозем – природная форма распространения оксида алюминия Al_2O_3 , по количественному составу в земной коре он уступает лишь кремнезему. Производством глинозема на сегодняшний день занято множество промышленных предприятий по всему миру.

Самый распространенный способ производства глинозема – метод Байера, австрийского инженера, жившего и работавшего в царской России.

В России помимо получения глинозема из бокситов способом Байера, также применяется технология спекания.

Суть производства глинозема щелочным способом по методу Байера заключается в быстром разложении алюминиевых растворов при введении в них гидроокиси алюминия.

После чего, оставшийся раствор подвергается выпариванию при интенсивном перемешивании и может снова растворять оксид алюминия, содержащийся в бокситах.

Производство глинозема по данному методу состоит из следующих операций:

- 1 Подготовка бокситовой руды в специальных мельницах: дробление, измельчение, добавление едкой щелочи и извести.
- 2 Обработка бокситов щелочью.
- 3 Отделение от красного шлама алюминатного раствора путем промывки.
- 4 Разложение водного раствора алюмината.
- 5 Выделение гидроокиси алюминия.
- 6 Кальцинация (обезвоживание) гидроокиси кремния.

Применение этого способа производства глинозема позволяет получить прочное химическое соединение окиси алюминия, плавление которого осуществляется лишь при достижении температуры в 2050 градусов.

Технология производства глинозема путем спекания заключается в следующем: руду спекают в печах до получения твердого алюмината, который затем выщелачивают раствором соды или водой.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Глинозем обладает следующими химическими свойствами:

- солеобразующий оксид,
- практически не растворим в кислотах,
- растворяется только в расплавах и горячих растворах щелочей,
- температура плавления 2044 градуса.

Также известны электропроводные свойства глинозема:

- является полупроводником n-типа,
- диэлектрическая проницаемость от 9,5 до 10,
- электрическая прочность – 10 киловольт на миллиметр.

Глинозем широко используется в качестве сырья в производстве ряда полезных промышленных материалов. Глинозем алюминия используют для последующего производства абразивных, огнеупорных и износостойких материалов, а также в качестве электроизолирующего материала.

Использование методов электролиза позволяет получить из глинозема алюминий – из двух тонн руды две тонны металла.

Цена глинозема разнится в зависимости от его марки, назначения, а также использованных технологий и сырья.

Глиноземное производство связано с переработкой большого количества растворов и пульп, большим количеством агрегатов и аппаратов с электроприводом, наличием оборудования с вращающимися и движущимися

детальными, производством на действующих участках строительных и монтажных работ, что создает определенную опасность при работе.

Изучение технологического процесса производства глинозема. Задачей же будет углубленное изучение теоретического материала по выбранной теме – дадим характеристику сырья и готового продукта, подробно разберем технологическую схему производства глинозема по 2 способам: способу Байера и способу спекания, детально рассмотрим все составляющие производственного процесса: технологии всех машин, устройств и аппаратов, которые в нем задействованы.

Основными глинозем содержащими минералами бокситов являются гиббсит (гидраргиллит), бемит и диаспор. Однако мономинеральные бокситовые руды в природе встречаются редко, гораздо чаще встречаются руды смешанного типа – гиббсит-бемитовые или диаспор-бемитовые. По внешнему виду бокситы напоминают глину, хотя от нее отличаются существенно, т.к. в их основе находятся гидроксиды алюминия.

Производство алюминия начинается с производства глинозёма. Глинозём – Al_2O_3 белое кристаллическое вещество. Известен в виде двух модификаций альфа (корунд) и гамма глинозёма. Корунд встречается в горных породах в виде бесцветных кристаллов. Однако чаще всего природный корунд загрязнён магнетитом, гематитом, кварцем и др. Кристаллы альфа Al_2O_3 окрашены в красный цвет (рубин), в синий (сапфир), являющихся драгоценными минералами. Глинозём гамма модификации в природе не встречается и образуется при обезвоживании гидроокисей в температурном интервале 500–900 градусов Цельсия. При нагревании от 900–1200 он превращается в альфа Al_2O_3 .

Изобретение относится к технологии получения глиноземсодержащего сырья путем переработки техногенных отходов, в частности минеральной части от сжигания бурых углей, и может быть использовано для нужд алюминиевой, металлургической и строительной промышленности. Способ получения глинозема включает приготовление шихты смешиванием золошлаковых отходов ТЭЦ и известняка, корректировку шихты, спекание при температуре 1320–1400 °С, охлаждение полученного спека, его выщелачивание обратным содовым раствором, обескремнивание и выделение алюминатного раствора и шлама, промывку шлама, карбонизацию алюминатного раствора с получением гидроокиси алюминия и обратного содового раствора, направляемого на стадию выщелачивания спека. Золошлаковые отходы ТЭЦ берут в виде золы с электрофильтров. Известняк берут в избытке 28–75 мас. % от стехиометрического, при этом начальная температура спекания не превышает 500°С, скорость нагрева шихты составляет 15 °С/мин. Комбинированные способы получения глинозема,

в которых сочетаются способ спекания и автоклавный способ, нашли применение в послевоенный период. Они дают возможность перерабатывать автоклавным способом бокситы, содержащие значительное количество кремнезема, с высоким извлечением глинозема и позволяют пополнить потери щелочи не дорогим едким натром, а дешевой кальцинированной содой. Так называемый параллельный вариант комбинированного способа предусматривает переработку низкремнистого боксита автоклавным способом и переработку лишь небольшой части боксита способом спекания с таким расчетом, чтобы покрыть потери щелочи содой, нужной для спекания.

Глиноземом называется кристаллическая окись алюминия. Она является основным сырьем для получения алюминия. Алюминий получают из глинозема электролизом.

Глинозем используется также и в других отраслях промышленности (например, для отбеливания бумаги, производства специальных сортов цемента, цеолитов – веществ, поглощающих определенный сорт молекул в присутствии других молекул и пр.).

Кроме того, иногда бывает рентабельно в состав производства глинозема включать производство редких металлов, сопутствующих алюминию в руде (таких, как галлий, ванадий и пр.).

Глинозем получают из руды, содержащей горную породу – боксит. Бокситы имеют сложный химико-минералогический состав. Основной и полезной их частью являются различные модификации гидрата окиси (гидроокиси) алюминия ($Al(OH)_3$, $AlO(OH)$ и др.). В состав бокситов входят обычно окислы железа, кремния, в малом количестве – серы, титана, галлия, хрома, ванадия и пр., а также карбонатные соли кальция, магния, железа, органические вещества (остатки древних растений и животных) и пр. Чрезмерное содержание любых других примесей также является вредным и приводит к повышению затрат на производство глинозема.

В основу изобретения положена задача, заключающаяся в разработке солянокислотного способа получения металлургического глинозема, в том числе из низкосортного сырья, позволяющего перерабатывать бедные высококремнистые руды и отходы.

Техническим результатом является повышение качества глинозема и снижение энергозатрат при высокой производительности процесса.

Достижение вышеуказанного технического результата достигается тем, что в способе получения глинозема, включающем обработку алюминийсодержащего сырья соляной кислотой, выделение из осветленного хлоридного раствора кристаллов гексагидрата хлорида алюминия и их двухстадийное термическое разложение с получением глинозема, вторую стадию термического разложения проводят при температуре 150–450 °С

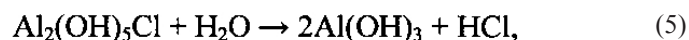
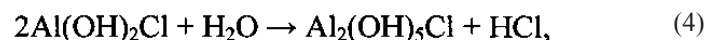
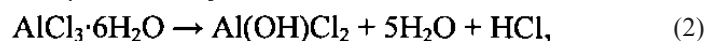
и непрерывной подаче водяного пара при отношении суммарной массы поданного пара к массе полученного глинозема равном 0,2–5,7.

Положительный эффект введения водяного пара начинает сказываться при значении 0,2 в заявляемом интервале. При значении 5,7 он достигает максимума, и дальнейшее повышение расхода пара приводит к непроизводительным тепловым потерям.

Термическое разложение гексагидрата хлорида алюминия является вариантом его гидролиза (термогидролиза), однако в технической литературе обычно именуется кальцинацией и представляется суммарным уравнением:



На самом деле процесс идет через промежуточный ряд превращений основных хлористых солей алюминия (оксихлоридов) различной основности и степени гидратации. Некоторые из этих промежуточных и не всегда последовательных реакций могут быть записаны в виде:



Реакция (2) протекает с выделением воды, которой по стехиометрии с избытком хватает для завершения суммарной реакции (1). Однако по литературным данным и результатам собственных исследований при температурах 100–500 °С процесс прекращается, когда материал представляет собой смесь оксихлоридов алюминия, поскольку вода в виде пара быстро выносится из зоны реакции, не успев прореагировать с промежуточными продуктами разложения по реакциям (3)–(5). Дальнейшие превращения возможны только при повышении температуры до 900–1000 °С в присутствии топочных газов, как это реализуется в прототипе. Причем существенную роль здесь играет вода, содержащаяся в продуктах сгорания органического топлива. Однако этого водяного пара не хватает для быстрого и эффективного завершения образования глинозема.

Ситуация меняется коренным образом, если по завершении стадии образования оксихлоридов алюминия в процесс принудительно ввести воду в виде пара. Тогда реакции (3)–(5) протекают без осложнений, причем оксид алюминия образуется по гидротермальному механизму, как это описано в

аналоге. Процесс гидролиза с избытком воды идет глубоко и необратимо, поэтому концентрация остаточного хлора в конечном продукте минимальна, так же как и содержание альфа-фазы, поскольку условия для ее образования крайне ограничены. Необходимость в проведении второй стадии при высокой температуре отпадает. В результате достигается приблизительно двукратное снижение потребляемой тепловой энергии.

Способ получения глинозема иллюстрируется следующими примерами.

Навеску каолина массой 100 г с содержанием основных компонентов, %: Al_2O_3 36,4; SiO_2 45,3; Fe_2O_3 0,78; TiO_2 0,51; CaO 0,96; MgO 0,49 смешали с 25-процентным раствором соляной кислоты при Ж:Т=4:1, поместили в тефлонированный автоклав и выдерживали в условиях перемешивания при 180 °С в течение 3 ч.

По окончании процесса полученную пульпу отфильтровали, осветленный хлоридный раствор барботировали газообразным хлористым водородом до выделения кристаллов гексагидрата хлорида алюминия, которые промыли 38-процентной соляной кислотой на фильтре. Всего получили 151,3 г $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Кристаллы поместили в трубчатую лабораторную печь, нагретую до 200 °С, и выдержали в ней в течение 0,5 ч, завершив на этом первую стадию разложения. После этого печь стали продувать водяным паром, поступающим из колбы с кипящей водой, осуществляя вторую стадию разложения.

Расход пара определяли по массе выкипевшей воды, стараясь выдерживать заявляемое отношение суммарной массы поданного пара к массе получаемого глинозема в пределах 0,2–5,7. Продолжительность второй стадии не превышала 0,5 ч.

В последующих опытах условия проведения второй стадии варьировали. Результаты опытов представлены в таблице примеров, из которой следует, что в соответствии с современными требованиями к металлургическому глинозему (содержание альфа-фазы не более 10 %, содержание хлора не более 0,01 %) примеры 1, 2 и 12 не позволили получить полностью качественный продукт.

Остальные примеры дали положительные результаты. При этом границы интервала температур второй стадии оказались ограничены пределами 150–450 °С. Только в этих заявляемых пределах удалось обеспечить требуемые показатели качества (примеры 3–11). Дополнительным ограничением стало время пребывания материала, однако оно будет зависеть от типа печного агрегата, то есть при температуре 150 °С (нижний предел заявляемого интервала) может быть получен глинозем с различным содержанием хлора, соответствующим или не соответствующим требованиям (примеры 1–2).

То же самое касается значения температуры 450 °С (верхний предел заявляемого интервала). Здесь в зависимости от времени пребывания

материала может быть соблюдено или не соблюдено требование по содержанию альфа-фазы (пример 12).

В совокупности заявляемый температурный режим и количество подаваемого водяного пара обеспечивают гидротермальные условия протекания процесса на второй стадии. Доказательством этому является низкое содержание хлора в глиноземе при всех заявляемых условиях и наличие альфа-фазы в продукте уже при 250 °С, что при обычной кальцинации глинозема достижимо только при температуре свыше 1000 °С.

Для промышленной реализации способа целесообразно применение двух последовательных печных агрегатов, позволяющих проводить двухстадийное разложение гексагидрата хлорида алюминия в непрерывном режиме с подачей водяного пара только во второй агрегат.

Таблица 1

Пример	Условия второй стадии разложения $AlCl_3 \cdot 6H_2O$	Фазовый состав глинозема	Содержание хлора в глиноземе, %	
Температура, °С	Время выдержки, мин			
1	150	20	гамма	0,052
2	150	40	гамма	0,023
3	150	60	гамма	0,009
4	250	20	гамма	0,010
5	250	40	гамма и следы альфа	0,008
6	250	60	гамма и следы альфа	0,004
7	350	20	гамма и следы альфа	0,004
8	350	40	гамма и следы альфа	0,0035
9	350	60	гамма и 1–2 % альфа	0,0032
10	450	20	гамма и 3 % альфа	0,0028
11	450	40	гамма и 6 % альфа	0,0023
12	450	60	гамма и 12 % альфа	0,0023

Способ получения глинозема, включающий обработку алюминийсодержащего сырья соляной кислотой, выделение из осветленного хлоридного раствора кристаллов гексагидрата хлорида алюминия и их двухстадийное термическое разложение с получением глинозема, отличающийся тем, что вторую стадию термического разложения проводят при температуре 150–450 °С и непрерывной подаче водяного пара при отношении суммарной массы поданного пара к массе полученного глинозема равном 0,2–5,7.

ВЫВОДЫ

В данной работе были рассмотрены исследование тепловых и температурных режимов агрегатов по производству глинозема.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 **Логинова, И. В.** Аппаратурно-технологические схемы в производстве глинозема / И. В. Логинова, А. В. Екатеринбург : УрФУ, 2011. – 233 с.
- 2 Справочник металлурга по цветным металлам. Производство глинозема / под ред. А.А. Аграновского. – М. : Металлургия, 1970. – 318 с.
- 3 **Кузнецов, С. И.** Физическая химия производства глинозема по способу Байера / С. И. Кузнецов, В. А. Деревянкин. – М. : Металлургия, 1964. – 352 с.
- 4 **Ни, Л. П.** Физико-химические свойства сырья и продуктов глиноземного производства.
- 5 **Логинова, И. В.** Производство глинозема / И. В. Логинова, А. В. Кырчиков. – Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2010. – 186 с.

Материал поступил в редакцию 11.12.17.

А. С. Никифоров, М. К. Молдабаева

Алюминий өндірісі үшін агрегаттардың жылу және температура режимдерін зерттеу

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.
Материал 11.12.17 баспаға түсті.

A. S. Nikiforov, K. M. Moldabaeva

Investigation of thermal and temperature regimes of aggregates for the production of alumina

S. Toraighyrov Pavlodar State University,
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.
Material received on 11.12.17.

Қағаз сүзілген қатты бұрын бемит және аммоний хлориді ерітіндісінің қалыптастыру аммиак ерітіндісін алынған, және қайтып емдеу, аммоний хлориді бар шикізат араластыру тұратын аналық ерітінді алюминий хлориді кристаллизация дейін сұйық хлорлы сутегімен отырып нақтыланды. Ерітінді қанықтыру алюминий тотығын алу тәсілі ұсынады. Соңғы процесінде, бемит глинозем

қызыдыру хлорлы сутегі босатуға, ерітінді алуға және белсендірілген шикізат өңдеу және түсіндірді шешім қанықтық қадам өзекті міндет болып табылады және оны процеске қайтарады.

Алюминий алу тәсілі төмендегідей орындалады:

1 Бұл жағдайда сутектің хлоры шикізаттың тотықтырғыш құрамдастарымен әрекеттеседі және су аммиак қалыптастыру үшін су аммиак сіңіреді.

2 Алюминиймен өңделген алюминийді өңдейтін алюминийді алу әдісі ең қарапайым және үнемді болып табылады.

The article presents a method for obtaining alumina, which includes mixing of aluminum-containing raw materials with ammonium chloride, saturation of the clarified solution with gaseous hydrogen chloride to crystallization of six-lead aluminum chloride in the mother liquor, treatment of the filtered solid phase with the previously obtained aqueous ammonia solution, forming boehmite and ammonium chloride solution and returning the last in the process, calcination of boehmite to produce alumina, pyrohydrolysis of the mother liquor with evolution of hydrogen chloride but also by returning it to the process to the stage of treatment of the activated raw material and the stage of saturation of the clarified solution is an actual task.

1 Objective: To study the interaction of carbonate-containing minerals of bauxites with alkaline-aluminate solutions of alumina production and to provide practical recommendations for their withdrawal at the wet pulp grinding stage, as well as to find the conditions for roasting ensuring satisfactory decomposition of carbonates and oxidation of organic impurities under milder, non-energy-obtaining baked red October bauxite leaching at low temperatures in order to expand the raw material base of alumina production site.

2 Methods of obtaining alumina, consisting in processing the ore with alkalis, binding alumina to soluble sodium aluminate, are most simple and economical. To transfer alumina to sodium aluminate, the ore is directly treated with alkali (Bayer process), or sintered with alkali and alkaline earth metal salts, obtaining solid aluminates, which are then leached with aqueous solutions.

ГРНТИ 61.53.19

А. С. Никифоров¹, Б. С. Акимбекова²

¹к.т.н., профессор, кафедра «Теплоэнергетика», Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

²магистр, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан
e-mail: ¹aleke4599@mail.ru; ²bika_88b@mail.ru

ПРОЦЕССЫ ГАЗИФИКАЦИИ ТВЕРДЫХ ТОПЛИВ С ЦЕЛЮ ПОЛУЧЕНИЯ ЧИСТЫХ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ В ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В статье представлена разработка технологии газификации твердых каменных углей низкого качества с целью получения при их газификации горючим газом является актуальной задачей. Методами газификации твердого топлива можно получать горючие газы любого состава, начиная от чистых водорода (H₂), оксида углерода (CO), метана (CH₄), их смесей в различных пропорциях пригодных для синтеза аммиака, метанола, оксосинтеза, и кончая генераторным газом, который можно использовать для энергетических установок любых типов и любого назначения.

Цель работы: Разработка технологии газификации твердых каменных углей низкого качества.

Задачи работы: 1 Многие технологические процессы требуют для своего обеспечения большого количества тепловой энергии, которую можно легко получить путем сжигания газа, полученного путем газификации угля.

2 В условиях повышения экологических требований к качеству сжигаемых топлив требуются разработки по получению чистых энергетических газов.

Ключевые слова: газификация, твердое топливо, чистые энергоносители.

ВВЕДЕНИЕ

Газификация твердых топлив (углей) является одним из путей поддержания конкурентоспособности для многих производств. Многие

технологические процессы требуют для своего обеспечения большого количества тепловой энергии, которую можно легко получить путем сжигания газа, полученного путем газификации угля. Постоянный рост цен на нефть и газ во всём мире обусловил интерес к альтернативным технологиям использования энергоресурсов, таким как преобразование органической части твердого топлива в горючие газы. Газификация проводится в специальных аппаратах – газогенераторах, которые также отличаются друг от друга в зависимости от типа процесса.

Газификация твердого топлива является универсальным методом его переработки. Универсальность методов газификации твердого топлива может рассматриваться в трех направлениях. Во-первых, методам газификации подвластны любые твердые топлива, начиная от торфа самых молодых бурых углей и кончая каменными углями и антрацитом, независимо от их химического состава, состава зольной части, примесей серы, крупности, влажности и других свойств. Во-вторых, методами газификации твердого топлива можно получать горючие газы любого состава, начиная от чистых водорода (H), оксида углерода (CO), метана (CH₄), их смесей в различных пропорциях пригодных для синтеза аммиака, метанола, оксосинтеза, и кончая генераторным газом, который можно использовать для энергетических установок любых типов и любого назначения. Наконец, в-третьих, немаловажной особенностью методов газификации твердого топлива являются их масштабные изменения. Когда газифицируют уголь, получают горючий газ, который можно хранить, транспортировать на большие расстояния. Этот газ легко очистить от таких вредных примесей, как соединения серы, он может быть использован не только как горючее, но и как химическое сырьё для разнообразных синтезов.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Газификация – технологический процесс превращения твердого или жидкого топлива в горючие газы путем неполного горения при окислении воздухом, кислородом или водяным паром при высокой температуре. Газификация представляет собой процесс частичного окисления, в результате которого уголь, низкокачественный бурый уголь, древесина, нефтяные остатки и другие горючие отходы преобразуются в синтез-газ. Процесс газификации характеризуется практически нулевым уровнем выбросов, по сравнению с традиционным сжиганием угля, а побочные продукты газификации (азот, аргон, сера и шлак) являются безопасными для окружающей среды.

При газификации в качестве окислителей, которые иногда называют газифицирующими агентами, используют кислород (или обогащенный им

воздух), водяной пар, диоксид углерода либо смеси указанных веществ. В зависимости от соотношения исходных реагентов, температуры, продолжительности реакции и других факторов можно получать газовые смеси разного состава.

В истории развития процесса газификации можно выделить две разработки, которые могут считаться первым промышленным аппаратом для газификации. Газификация твердого топлива является универсальным методом его переработки. Универсальность методов газификации твердого топлива может рассматриваться в трех направлениях .

Во-первых, методам газификации подвластны любые твердые топлива, начиная от торфа самых молодых бурых углей и кончая каменными углями и антрацитом, независимо от их химического состава, состава зольной части, примесей серы, крупности, влажности и других свойств.

Во-вторых, методами газификации твердого топлива можно получать горючие газы любого состава, начиная от чистых водорода (H), оксида углерода (CO), метана (N), их смесей в различных пропорциях пригодных для синтеза аммиака, метанола, оксосинтеза, и кончая генераторным газом, который можно использовать для энергетических установок любых типов и любого назначения.

Сжигание различных топлив и в особенности твердых–торфа, сланца, бурых, каменных углей, кокса и др. широко применяется в топках паровых котлов и промышленных печей для использования тепловой энергии в двигателях и в различных технологических процессах.

Твердое топливо широко применяется также для газификации, т.е. превращения топлива в горючий газ. Процесс газификации топлива близок процессу горения. В основе обоих процессов лежит химическое соединение восстановителя (углерода и водорода) с окислителем (кислородом). Отличие в том, что при сгорании происходит полное окисление топлива в условиях избытка кислорода, а газификация идет в условиях дефицита кислорода, при этом полного окисления топлива не происходит.

При газификации в качестве окислителей, которые иногда называют газифицирующими агентами, используют кислород (или обогащенный им воздух), водяной пар, диоксид углерода либо смеси указанных веществ.

При высокотемпературной обработке твердого топлива в среде кислорода воздуха, водяного пара, диоксида углерода и водорода органические составляющие топлива нацело превращаются в газообразные продукты. Основные направления газификации угля и состава продуктов приведены на рисунке

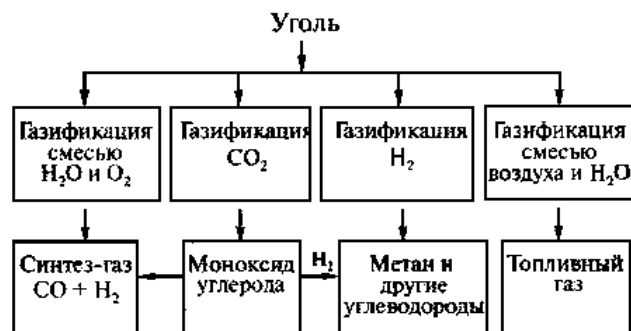


Рисунок 1

К настоящему времени освоены различные модификации промышленных процессов газификации углей, наиболее распространенными из которых являются технологии Лурги (стационарный слой кускового угля), Винклера (кипящий слой угольных частиц), Копперс–Тотцека (пылеугольный поток), Тексако (водоугольная суспензия) и их различные модификации [1, 2, 3, 4]. На опытно-промышленном уровне сейчас отрабатывается около 20 технологий газификации угля нового поколения. Эффективность процессов газификации может существенно повышаться при использовании соответствующих катализаторов, позволяющих снижать температуру при сохранении высокой скорости процесса и регулировать состав продуктов.

Воздействие катализатора на процесс газификации твердого топлива иллюстрируется схемой.

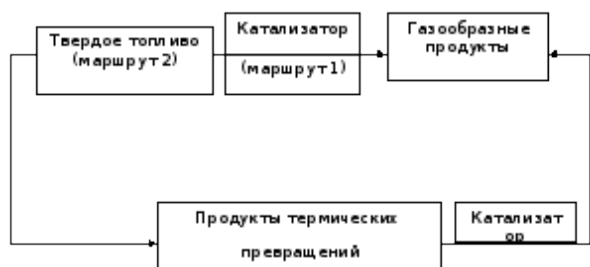
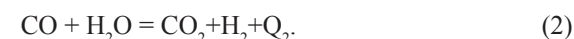


Рисунок 2 – Процесс газификации угля

Расчет теоретического состава газа при газификации твердого топлива под давлением проводится для равновесного состояния методом Дешалита [1].

Исходными данными для расчета являются состав и характеристика газифицируемого топлива, состав дутья и параметры процесса.

Состав генераторного газа определяется, исходя из протекания следующих реакций в равновесной их форме:



Примем, что получаемый газ содержит следующие компоненты: CO_2 , CO , H_2O , H_2 . Для определения содержания этих компонентов составим следующие пять уравнений:

$$P_{CO_2} + P_{CO} + P_{H_2O} + P_{H_2} = P_{общ}; \tag{3}$$

$$\frac{P_{CO}^2}{P_{CO_2}} = K_1; \tag{4}$$

$$\frac{P_{CO_2} \cdot P_{H_2}}{P_{CO} \cdot P_{H_2O}} = K_2. \tag{5}$$

$$\frac{P_{H_2O} + P_{H_2}}{2P_{CO_2} + P_{H_2O} + P_{CO}} = \frac{P_{H_2O}}{2P_{O_2} + P_{H_2O}}. \tag{6}$$

Для определения парциальных давлений будем исходить из отношения водяного пара, полученного при испарении влаги из угля, и кислорода в газифицирующей смеси, которую подают под давлением 1 МПа, т.е.

$$\frac{P_{H_2O}}{P_{O_2}} = \frac{43}{100}, \tag{7}$$

$$P_{O_2} + P_{H_2O} = 1 \text{ МПа}. \tag{8}$$

Примем значения констант равновесия по справочным данным [5]: $K_1=1,725$, $K_2=0,74$. Подставляя эти значения в соответствующие уравнения с помощью некоторых преобразований, получим парциальные давления компонентов, по которым определяем состав газа.

Также проведен расчет состава генераторного газа, получаемого при газификации Майкубенского угля на парокислородном дутье под давлением 0,5 МПа. Майкубенский уголь по свойствам значительно отличается

от Экибастузского и имеет следующие характеристики: $W^p=33,12\%$, $A^p=3,02\%$, $Q^p=15$ МДж/кг. Генераторный газ состоит из следующих компонентов, % (об.): $CO=18,35$; $H_2=33,57$; $CO_2=42,4$; $N_2=1,2$; $CH_4=3,53$. Выход генераторного газа составляет $1,07$ nm^3/kg . Рассчитаем состав генераторного газа с учетом реакции образования метана. Полученные данные по расчету теоретического состава газа приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Расчетный состав газов, получаемых при газификации Майкубенского угля под давлением

	Майкубенский уголь		
CO ₂	0,036	7,2	7,74
H ₂	0,174	34,8	37,419
CO	0,25	50	53,76
H ₂ O	0,035	7	–
CH ₄	0,005	1	1,081
Всего	0,5	100,0	100,0

С учетом найденных значений парциальных давлений компонентов в табл. представлен расчетный состав генераторных газов, полученных из Майкубенского угля. Полученное содержание основных компонентов газа оказалось близким к данным реальных процессов. Теплотворная способность газов, полученных при газификации Майкубенского угля, отличаются от данных опытно-промышленных испытаний на 5,7%. Выявлено, что существенное влияние на процесс газификации оказывает влажность угля, поскольку водяной пар участвует в реакциях образования компонентов генераторного газа. Регулировать влажность поступающего в газогенератор угля можно путем его предварительной подготовки, т.е. в процессе сушки и измельчения в углеразмольных мельницах.

Использование теоретических методов расчета основных показателей генераторного газа в сочетании с данными опытно-промышленных испытаний позволяют получить расчетную методику для определения основных режимных параметров технологических схем производства энергии с газификацией различных углей под давлением.

ВЫВОДЫ

В данной работе были рассмотрены теоретические аспекты процесса газификации твердого топлива и классификация газогенераторов по различным параметрам. В ходе работы проведен расчет процесса газификации угля и составлены материальный и тепловой балансы данного процесса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Дешалит, Г. И. Расчеты процессов газификации топлива. – Харьков : Вища школа, 1959. – 136 с.
- 2 Шиллинг, Г.-Д. Газификация угля / Г. –Д. Шиллинг, Б. Бори, У. Краус. – М. : Недра, 1986. – 175 с.
- 3 Канторович Б. В. Введение в теорию горения и газификации твердого топлива 1961. – 355 с.
- 4 Альтшулер, В. С. Современное состояние и развитие технологии газификации твердого топлива 1985. – № 1. – С. 309–314.
- 5 Варгафтик, Н. Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей / Н. Б. Варгафтик. – М. : ГИФМЛ, 1963. – 708 с.

Материал поступил в редакцию 11.12.17.

А. С. Никифоров, Б. С. Акимбекова

Газдандыру технологиясын әзірлеу қатты органикалық отын сапасын төмен алу мақсатында оларды газбен жандандыру өзекті міндет болып табылады

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.
Материал 11.12.17 баспаға түсті.

A. S. Nikiforov, B. C. Akimbekova

Development of technology for the gasification of solid fossil fuels of low quality for the purpose of receiving combustible gas through their gasification

S. Toraighyrov Pavlodar State University,
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.
Material received on 11.12.17.

Газдандыру технологиясын әзірлеу қатты органикалық отын сапасын төмен алу мақсатында оларды газбен жандандыру өзекті міндет болып табылады.

Жұмыстың мақсаты: газдандыру технологиясын әзірлеу кезінде қатты органикалық отын сапасының төмендеуі.

Міндеттері: 1 Көптеген технологиялық процестерді талап етіп қамтамасыз ету үшін, үлкен жылу энергиясының мөлшерін, оны оңай алу арқылы газды жағу жолымен алынған көмірді газдандыру.

2 Артуына байланысты экологиялық сапасына қойылатын талаптарды жағдылатын отын өзірлеу үшін, таза энергетикалық газдарды қажет ету.

Development of technology for the gasification of solid fossil fuels of low quality for the purpose of receiving combustible gas their gasification is an urgent task.

The aim of the work: Development of technology for the gasification of solid fossil fuels of low quality.

The tasks are: 1 Many technological processes require for their security a large amount of thermal energy that can be easily obtained by burning gas obtained by coal gasification.

2 With increasing environmental requirements to the quality of burned fuels the development of clean energy gases is required.

ГРНТИ 44.31.35

А. С. Никифоров¹, В. С. Лулудов²

¹к.т.н., профессор, кафедра «Теплоэнергетика», Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

²магистрант, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан
e-mail: ¹aleke4599@mail.ru; ²luludov_vadim@mail.ru

ВНЕДРЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ СХЕМУ РАБОТЫ ПАРОВОГО АГРЕГАТА МЕХАНИЗМА ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ШЛАКОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ НАГРЕВА ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕГО БЕЗОСТАНОВОЧНЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ

В статье представлена разработка система дополнительного оборудования котельных агрегатов для обеспечения безостановочного режима работы до запланированных плановых остановов. Вопросы шлакования и загрязнения поверхностей нагрева паровых котлов сохраняют свою актуальность, несмотря на многочисленные исследования, а также большой опыт проектирования и эксплуатации котельного оборудования при сжигании различных углей. Интерес к проблеме образования отложений на поверхностях нагрева обусловлен наряду с наличием традиционных причин, также необходимостью постановки и решения новых задач. Традиционные проблемы характеризуются большим экономическим ущербом, связанным с образованием отложений из-за несовершенства конструкций котлов, методов их расчета и контроля. К числу новых задач относятся: освоение новых и нетрадиционных технологий сжигания топлива; улучшение экологических показателей путем изменения качества топлива, применением добавок и угольных смесей; сжигание непроектных углей, необходимость управления системами комплексной очистки поверхностей нагрева.

Цель работы: проведение анализа состояния и перспектив использования аппаратов обдувки; рассмотрение механизма внедрения этой технологии в систему производства тепловой и электрической энергии.

Задачи работы: исследовать виды аппаратов обдувки используемых для паровых котельных агрегатов.

Ключевые слова: поверхность нагрева, аппарат обдувки, шлакование, котельный агрегат.

ВВЕДЕНИЕ

Вопросы шлакования и загрязнения поверхностей нагрева паровых котлов сохраняют свою актуальность, несмотря на многочисленные исследования, а также большой опыт проектирования и эксплуатации котельного оборудования при сжигании различных углей, в том числе экибастуского каменного угля. Интерес к проблеме образования отложений в газовом тракте котлов обусловлен экономическим ущербом, связанным с образованием отложений из-за несовершенства конструкций котлов, методов их расчета и контроля наличием в составе топлива химических соединений способствующих образованию шлаковых отложений. К числу задач по предотвращению шлаковых отложений относятся: освоение новых и нетрадиционных технологий сжигания топлива; улучшение экологических показателей путем изменения качества топлива, применением добавок и угольных смесей; сжигание непроектных углей; применение комплексной очистки поверхностей нагрева. Статистический анализ видов и причин отказов паровых котлов при сжигании твердых органических топлив показывает, что одной из основных причин аварийных остановов котельных агрегатов является низкая надежность работы полурadiaционных и конвективных поверхностей нагрева, вследствие интенсивного их шлакования и загрязнения. В первую очередь это вызвано особенностями компоновки и жесткими температурными условиями работы поверхностей нагрева. В связи с этим существенно возрастает роль научно-обоснованного подхода при выполнении проектных расчетов, наладке и технической диагностике эксплуатационных режимов полурadiaционных и конвективных поверхностей нагрева паровых котлов. Одним из определяющих факторов эффективного проектирования современных энергетических котельных агрегатов является нахождение рациональных конструктивных характеристик и компоновочных решений при выборе способа сжигания шлакующихся каменных углей и способа очистки поверхностей нагрева обеспечивающего безостановочный режим работы и как следствие снижение потерь связанного с вынужденным остановом для очистки поверхностей нагрева. Выбор таких решений зависит во многом от вида сжигаемого топлива, характера теплообмена, ряда конструктивных и режимных параметров.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Шлакование – это процесс интенсивного налипания на поверхности труб и обмуровки частиц золы, находящихся в расплавленном или размягченном состоянии. Шлакование уменьшает тепловосприятие поверхностей нагрева, расположенных в топке, и повышает температуру продуктов сгорания на выходе из топки, что может привести к нарушению нормального гидродинамического режима работы экранов и ширм.

На экранных трубах в топочной камере и поверхностях нагрева в конвективных газоходах могут образовываться плотные связанные отложения. Такие отложения наблюдаются при сжигании твердых и жидких топлив с относительно большим содержанием примесей, имеющих температуры плавления и сублимации (щелочей, хлоридов, ванадия), а также при значительных количествах в топливе соединений кальция (CaCO_3 , CaO , CaSO_4). При высоких температурах, развивающихся в топочной камере, щелочи и хлориды переходят в парообразное состояние с последующей конденсацией на стенках труб в области пониженных температур газов. На образовавшихся липких (или жидких) отложениях механически оседает летучая зола.

В результате взаимодействия липких (или жидких) веществ с твердыми золовыми частицами и некоторыми компонентами продуктов сгорания топлива (SO_2 , O_2) происходят различные химические превращения, которые приводят к спеканию и образованию плотного слоя загрязнений.

Образующиеся значительные наросты время от времени отслаиваются от труб и выпадают в нижнюю часть топки. При падении шлаковых наростов возможна деформация или даже разрушение трубной системы и обмуровки топки. Упавшие глыбы шлака могут расплавиться и многотонными монолитами заполнить нижнюю часть топки. Подобное зашлаковывание топки требует остановки котла и проведения расшлаковочных работ.

Все средства защиты от загрязнений делят на активные и профилактические. К активным относятся средства по предотвращению или снижению механической прочности отложений. К ним можно отнести присадки, добавляемые в топливо перед его сжиганием, специальные способы сжигания, применение специальных поверхностей нагрева. Профилактические включают различные способы очистки поверхностей нагрева от наружных отложений: паровую и воздушную обдувки, водяную обмывку, обмывку перегретой водой, дробевую очистку, виброочистку и термическую очистку.

Одним из наиболее распространенных средств очистки поверхностей нагрева от шлакозоловых отложений является обдувка поверхностей нагрева. Обдувочные аппараты имеют широкое применение в странах СНГ в

частности на Березовской ТЭЦ и показали свою жизнеспособность. Обдувка поверхностей нагрева может быть применена для очистки от шлакозольных отложений радиационных, ширмовых и конвективных поверхностей нагрева, а также регенеративных вращающихся воздухоподогревателей. В качестве обдувочного агента широко используется пар или сжатый воздух, иногда применяется холодная или перегретая вода.

Аппараты паровой обдувки могут применяться на котлах, сжигающих твердые и жидкие топлива, для очистки испарительных и перегревательных радиационных поверхностей нагрева, выполненных в виде настенных топочных экранов, полурadiационных (ширмовых) и конвективных поверхностей нагрева, РВП.

Для очистки топочных экранов рекомендуется использовать маловыдвижные аппараты (с ходом до 1 м) с вращательно-поступательным движением обдувочной трубы и регулированием давления пара по мере выдвижения сопловой головки, дающие спиральный след струи на топочном экране, а также аппараты, осуществляющие обдувку при вращении сопловой головки на постоянном расстоянии от топочного экрана (рисунок 1 Аппарат паровой обдувки ОМ–0,35).

Эффект обдувки основан на динамическом и частично термическом воздействии на шлако-зольные отложения струи, вытекающей со сверхзвуковой скоростью из сопла обдувочного аппарата.

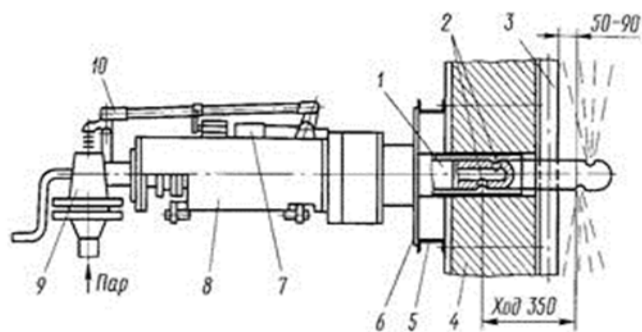


Рисунок 1 – Обдувочный аппарат топки

- 1 – насадка, 2 – сопла, 3 – труба экранов, 4 – обмуровка, 5 – рама,
- 6 – фланец, 7 – электродвигатель, 8 – кожух, 9 – клапан, 10 – рычаг,
- 11 – патрубок, 12 – привод насадки

Обдувка производится в следующем порядке. Насадка 1 с соплами 2 через резьбовое соединение шпинделя (закрытого кожухом 8) получает

от электродвигателя 7 вращательное и поступательное движение. Преобразование вращательного движения в поступательное достигается с помощью направляющей планки с храповым механизмом. При полном вводе насадки в топку рычагом 10 открывается клапан 9 и обдувочный агент поступает в насадку и сопла. Для обеспечения эффективной обдувки аппараты устанавливают таким образом, чтобы в рабочем положении сопла отстояли от труб экранов 3 на 50–90 мм. По окончании обдувки закрывается клапан и насадка выводится из топки. Количество устанавливаемых обдувочных аппаратов выбирают из условия, что радиус действия одиночной обдувочной струи составляет около 3 м.

Время обдувки аппарата ОМ–0,35, Число оборотов сопловой головки на позиции обдувки устанавливается по реле времени и может изменяться от 5 до 20 с в зависимости от рода сжигаемого топлива (свойств отложений), частота вращения обдувочной трубы $n=16$ об/мин. Аппараты типа ОМ–0,35 снабжаются двумя соплами диаметром $d_0=20$ мм ($d_2=25,8$ мм), угол атаки струи 0 и 4°. Давление пара перед соплами $p_1 = 18$ кгс/см², температура $t_1=400-450$ °С. Вылет сопла в топку (от оси сопла до образующих экранных труб) $S=50-90$ мм.

Маловыдвижные аппараты применяются для очистки по схеме «на себя» настенных топочных экранов, расположенных в вертикальной плоскости.

В качестве обдувочного агента следует использовать перегретый пар с рабочим давлением перед соплами (за клапаном аппарата) в основном в диапазоне 1,5–2,0 МПа. Для аппаратов со спиральным следом струи на экране давление пара (при максимальном вылете сопла) может быть повышено до 2,5–3,0 МПа.

При давлении пара до 2,0 МПа температура пара должна приниматься не менее 350 °С, при давлении свыше 2,5 МПа – не менее 400°С.

Диаметры сопел в аппаратах рекомендуется принимать в диапазоне 20 мм, Скорость пара в выходном сечении:

$$c_2 = 91.5 \sqrt{i_1 - i_2} = 960 \text{ М/с}$$

Динамический напор струи в выходном сечении сопла:

$$H_2 = \frac{c_2^2}{19.6 \vartheta_2} = 63 \text{ 600}$$

Расстояние от оси аппарата до места максимального динамического напора на поверхности экрана:

$$R_{\alpha=0} = 41 * s^{0.75} \left(\frac{d}{10}\right)^{0.2} = 1200 \text{ мм}$$

Максимальный динамический напор на поверхности экрана:

$$H_{\alpha=0}^{max} = \frac{0.23\Psi H_2}{\left(\frac{aR}{d_2}\right)^{2.2}} = 1500 \text{ кгс/м}^2$$

Дистанция эффективной обдувки:

$$R_{эф} = 1200 \left[1 + \left(\frac{d_0}{10}\right)^{0.5} * \left(\lg \frac{H_{max}}{H_{пов}}\right)^{0.75} \right] = 2500 \text{ мм}$$

Согласно проведенного расчет радиус эффективной обдувки составляет 2500 мм., но при многократном использовании аппарата для очистки поверхностей нагрева влекет за собой парозоловый износ. Учитывая высокую абразивность золы экибастузского угля, согласно методическим указаниям по применению средств наружной очистки поверхностей нагрева паровых котлов, принимается 1 обдувка в смену с продолжительностью 3–5 с.

ВЫВОДЫ

В данной работе была рассмотрена теоритическая возможность использования аппаратов для обдува поверхностей нагрева котлов работающих на экибастузском каменном угле. Учитывая радиус эффективной обдувки использование по пять аппаратов обдувки на боковых поверхностях нагрева в нижней части топочного пространства позволит обеспечить безостановочную работу котельного агрегата до предусмотренного ремонта по графику планово предупредительных ремонтов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 РД 34. 27. 105–90. Методические указания по расчету и эксплуатации аппаратов водяной обдувки поверхностей нагрева паровых котлов

2 **Дубовский, И. Е., Песелев, М. П.** Исследование и расчет силовых устройств обдувочных аппаратов. – «Энергомашиностроение», 1973.

3 Обдувочные аппараты и установка дробевой очистки котлов. Каталог справочник 18. 08.197 НИИИ информтяжмаш, 1972.

4 **Залкинд, И. Я.** Зола и шлаки в котельных топках / И. Я. Залкинд, В. С. Вдовченко, Э. П. Дик // М. : Энергоатомиздат, 1988. – 79 с.

5 **Безденежных, Н. И., Пронин, М. С., Процайло, М. Я.** // Материалы Всесоюзной конференции: Влияние минеральной части энергетических топлив на условия работы парогенераторов. – Таллин : 1980. – Секция 1. Т. А. – С. 57–61.

Материал поступил в редакцию 11.12.17.

А. С. Никифоров, В. С. Лулудов

Бу агрегат механизмі технологиялық сызба жұмысына қыздырылған үстіңгі беттерінің кождандыруды алдын алуды қамтамасыз ететін тоқтаусыз жұмыс режимі жабдықтарын енгізу

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.
Материал 11.12.17 баспаға түсті.

A. S. Nikiforov, V. S. Luludov

Introduction of the mechanism to prevent slagging of surface heating into the technological scheme of the steam unit to ensure non-stop operation of equipment

S. Toraighyrov Pavlodar State University,
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.
Material received on 11.12.17.

Мақалада тоқтаусыз жұмыс режимі мен жоспарланған жоспарлы тоқтатуларды қамтамасыз ету үшін қазандық агрегаттардың қосымша жабдығын әзірлеу жүйесі ұсынылған. Қождандыру сұрақтары бойынша және ластанған қыздырылған бу қазандықтарының үстіңгі беті өзінің өзектілігін көптеген зерттеулерге қарамастан сақтайды, сондай-ақ, қазандық жабдықтарды жобалау және пайдалану әр түрлі көмірлерді жағу кезінде үлкен тәжірибе қолданылды. Үстіңгі қыздыру шөгінділерінің қалыптасу мәселесіне қызығушылықпен қатар болуымен дәстүрлі себептерін, сондай-ақ қажеттілігіне қою және жаңа міндеттерді шешу. Шөгінділер қалыптасуына қазандықтардың конструкциялары, оларды бақылау және есептеудегі әдістерінің жетілдірілмеуіне байланысты дәстүрлі мәселелер үлкен экономикалық залалмен сипатталынады. Жаңа және дәстүрлі емес технологиялар арқылы отын жағуды игеру; отын сапасын жақсарту арқылы экологиялық көрсеткіштерін өзгерту, мен көмір қоспасын қоспалар қолдану; жылытудың үстіңгі қабатын кешенді тазалаудағы басқару жүйелер қажеттілігі бойынша жоспардағы емес көмірді жағу жаңа міндеттер қатарына жатады:

Жұмыстың мақсаты: жай-күйіне талдау жүргізу және үрлеу аппараттар перспективаларын пайдалана отырып, осы технология механизмін қарап жылу және электр энергиясын өндіру жүйесіне енгізу.

Міндеттері: бу қазандық агрегаттарына пайдаланылатын үрлеу аппараттарының түрлерін зерттеу.

The article presents the development of a system of additional equipment of boiler units to ensure non-stop operation mode before the planned scheduled shutdowns. The issues of slagging and pollution of heating surfaces of steam boilers that are still relevant, despite numerous studies and extensive experience in the design and operation of boiler equipment for the combustion of various coals. Interest in the problem of formation of deposits on the heating surfaces caused along with the traditional reasons, also the need for the formulation and solution of new tasks. Traditional problems are characterized by a great economic detriment associated with the formation of deposits due to the imperfections of boilers designs, methods of their calculation and control. Among the new tasks are: development of new and innovative combustion technologies; improving environmental performance by changing fuel quality, use of additives and coal blends; combustion of non-design coals, the need for management systems for comprehensive cleaning of the heating surfaces.

The purpose of the work: conducting analysis of the state and prospects of using new technologies of non-traditional energy sources, consideration of the mechanism for implementing these technologies in heat supply systems of residential buildings.

The aim of the work: situation analysis and prospects for use of apparatus for blasting; consideration of the mechanism of introduction of this technology in the system of thermal and electric energy production.

Objectives of work: to explore the types of apparatus used for steam blowing of boilers.

ГРНТИ 86.19.00

С. Т. Омарова¹, М. К. Шакир²

¹магистр, науч. сотр., РГКП «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан», г. Астана, 010000, Республика Казахстан; ²специалист, 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: ¹omarova.s@rniiot.kz; ²Shakir.m@rniiot.kz

РИСКИ ИНВЕСТИЦИЙ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЫ ТРУДА

В данной статье рассматриваются риски инвестиций в обеспечении безопасности и охраны труда. Предлагаются подходы в снижении уровня рисков с целью повышения эффективности финансовых вложений в область охраны труда.

Отмечается, что прямые и косвенные финансовые потери компании является следствием производственных несчастных случаев и потерь рабочего времени от болезней, поэтому в статье поднимаются вопросы о необходимости улучшения условий труда на рабочих местах. Риски инвестиций в улучшение условий труда рабочих мест уменьшаются при подтверждении аттестаций производственных объектов. В результате, сокращаются выплаты на дополнительные оплачиваемые ежегодные трудовые отпуска работникам.

Авторы рекомендуют риски инвестиций в средства индивидуальной защиты снижать за счет внимательно подхода к вопросу выбора качественных современных средств индивидуальной защиты, прошедших сертификацию, т. к. на рынке сегодня существует продукция, не отвечающая современным мировым стандартам в данной области.

Ценность инвестиций в охрану и безопасность труда значительно выше, чем предполагается изначально, в связи с тем, затраты будут многократно компенсированы потоком доходов в будущем.

Ключевые слова: инвестиции, риски, безопасности труда, охраны труда.

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время в отечественных обществоведческих кругах часто говорится об инвестициях в охрану и безопасность труда, как о необходимом ресурсе повышения конкурентноспособности экономики Казахстана.

Инвестиции осуществляются с тем, чтобы в дальнейшем получить значительную выгоду. Как показывает опыт, что ценность таких инвестиций, как правило, значительно выше, чем предполагается изначально, и не только в связи со скрытой и долгосрочной выгодой для здоровья и благосостояния работников, но также ввиду способности предприятий использовать новшества, внедрение которых одновременно повышает качество продукции, сокращает отходы и способствуют улучшению условий труда.

Затраты, направленные на повышение производительности производства, можно рассматривать как инвестиции, ибо издержки осуществляются с тем расчетом, что эти затраты будут многократно компенсированы потоком доходов в будущем.

Принимая решение о финансировании мероприятий по безопасности и охране труда, управленческому персоналу предприятия необходимо учитывать особую группу рисков инвестиций в этой сфере.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В Казахстане финансирование мероприятий по безопасности и охране труда регулируется, в соответствии 3 пунктом статьи 180 Трудового кодекса Республики Казахстан (далее – ТК РК), то есть осуществляется за счет средств работодателя и других источников, не запрещенных законодательством Республики Казахстан. При этом работники не несут расходов на эти цели. Объем средств определяется актом работодателя или коллективным договором [1].

Затраты оказывают как самостоятельное, так и комплексное воздействие на эффективность трудовой деятельности коллектива предприятия. Например, вложения в профилактику заболеваний и укрепление здоровья работников уменьшают потери рабочего времени от болезней с временной утратой трудоспособности, или, даже увеличивают продолжительность рабочего периода в жизни человека, тем самым повышая эффективность использования других видов инвестиций (в образование, обучение и т.д.).

В случае инвестиций в мероприятия по предупреждению производственного травматизма, если затраты на предупреждение травматизма меньше, чем выплаты пострадавшим от несчастных случаев на производстве, то логически верно предположить, что инвестиции в профилактические меры не являются оправданными.

Руководителя компании должен больше интересовать расчет чистых расходов, которые складываются из затрат на профилактику травматизма и укрепление здоровья работников за вычетом тех расходов, которых удалось избежать, благодаря проводимым мероприятиям, т.е. инвестиции в улучшение условий труда всегда должны осуществляться из чисто экономических соображений [2].

Опасности на рабочих местах выявляют путем составления карт профессиональных рисков, аттестации рабочих мест, анкетирования работников, постоянного мониторинга и контроля как источников и характеристик рисков, так и мер по их устранению. Системы оценки рисков постоянно совершенствуются, разрабатываются новые концепции. Это позволяет глубже изучать причины, масштабы и последствия опасностей на производстве, более эффективно использовать финансовые средства, выделяемые на систему охраны труда.

Поэтому, инвестиции в улучшение условия труда направляются на обеспечении санитарно-гигиенических условий производственной среды, в соответствии с нормативными требованиями. Улучшения состояния условий труда на рабочих местах важно подтвердить результатами аттестации производственных объектов по условиям труда. По результатам аттестации производственных объектов по условиям труда предоставляется и оплачивается дополнительные оплачиваемые ежегодные трудовые отпуска работникам занятых в тяжелых, вредных и (или) опасных условиях труда.

Риски инвестиций а улучшение условий труда рабочих мест связаны в случаях непроведения работодателем аттестации производственных объектов по условиям труда. В результате, дополнительные оплачиваемые ежегодные трудовые отпуска предоставляются работникам в полном объеме, согласно Списку производств с вредными и (или) опасными условиями труда, что связано с большими дополнительными расходами.

Риски инвестиций в обеспечении работников занятых во вредных условиях труда средствами индивидуальной и коллективной защиты, специальной одеждой можно снизить за счет закупа средства индивидуальной защиты, прошедших обязательную сертификацию или декларирование, в соответствии с установленным законодательством Республики Казахстан порядке о техническом регулировании, а также, в соответствии с коллективным договором.

ВЫВОДЫ

Таким образом, инвестиции в комплекс проводимых мероприятий по улучшению состояния условия труда рабочих мест, выявление факторов потенциальной возможности возникновения рисков, определение масштабов и причин опасностей на рабочих местах, оценки их возможных последствий

и разработке мер по предотвращению несчастных случаев, травм, и профзаболеваний, на наш взгляд являются экономически оправданными, не смотря на существующие риски. Вложенные средства в охраны труда становятся выгодными, тем самым мотивируют работодателей к добровольному и целенаправленному процессу инвестирования мероприятий по охране труда.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 «Трудовой кодекс Республики Казахстан» от от 23 ноября 2015 года № 414-V (с изменениями и дополнениями по состоянию на 13. 06. 2017 г.) // [Сайт «Параграф»]. – Режим доступа: <http://online.zakon.kz>

2 **Муравьев, К. Н.** Инвестиции в человеческий капитал // Управленческое консультирование. – 2013. – № 1. – С. 93–98.

Материал поступил в редакцию 11.12.17.

S. T. Omarova, M. K. Shakir

Еңбекті қорғау және қауіпсіздікті қамтамасыз етудегі инвестициялардың тәуекелдері

«Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты» РМҚК,
Астана қ. 010000, Қазақстан Республикасы.
Материал 11.12.17 баспаға түсті.

S. T. Omarova, M. K. Shakir

Risks of investments in ensuring safety and labor protection

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 11.12.17.

Бұл мақалада еңбекті қорғау және қауіпсіздікті қамтамасыз етудегі инвестициялардың тәуекелдері қарастырылады. Еңбекті қорғау саласындағы қаржылық салымдардың тиімділігін арттыру мақсатында тәуекелдер деңгейін төмендету жолдары ұсынылады.

Айта кету керек, компанияның тікелей және жанама қаржылық шығындары өндірістегі жазатайым оқиғалардың салдары болып

табылады және науқастанудан жұмыс уақытын жоғалту болып табылады, сондықтан осы мақалада жұмыс орнында еңбек жағдайларын жақсарту қажеттілігі туралы сұрақтар туындайды. Өндірістік объектілердің аттестацияларын растаған кезде жұмыс орындарында еңбек жағдайларын жақсартуға инвестициялардың тәуекелдері төмендейді. Нәтижесінде, жұмыскерлерге қосымша ақы төленетін жылдық еңбек демалысына төлемдер азаяды.

Авторлар бүгінгі таңда нарықта осы саладағы заманауи әлемдік стандарттарға сәйкес келмейтін өнімдердің болуын ескеріп, сертификаттаудан өткен сапалы заманауи жеке қорғану құралдарын таңдау мәселесіне мұқият қарау арқылы жеке қорғану құралдарына инвестициялардың тәуекелін төмендетуді ұсынады.

Еңбек қауіпсіздігі мен денсаулығына салынатын инвестициялар бастапқыда күтілетіннен айтарлықтай жоғары, себебі шығындар болашақта кіріс ағымы арқылы өтеледі болады.

Еңбекті қорғау және қауіпсіздікке инвестициялардың құны бастапқыда күтілетіннен айтарлықтай жоғары, өйткені шығындар болашақта кірістер ағымы арқылы бірнеше рет өтеледі болады.

This article discusses the risks of investments in ensuring safety and labor protection. Approaches are offered in reducing the level of risks in order to increase the effectiveness of financial investments in the field of labor protection.

It is noted that direct and indirect financial losses of the company are a consequence of industrial accidents and loss of working time from illnesses, therefore, the article raises questions about the need to improve working conditions in the workplace.

The risks of investment in improving the working conditions of jobs are reduced when confirming the attestations of production objects.

As a result, payments for additional paid annual work leave to employees are reduced.

The authors recommend reducing the risks of investments in personal protective equipment due to a careful approach to the issue of choosing high-quality modern personal protective equipment that have been certified; on the market today there are products that do not meet modern world standards in this area.

The value of investment in occupational safety and health is significantly higher than expected initially, due to the fact that costs will be repeatedly compensated by the flow of income in the future.

И. А. Пястолова¹, А. А. Тлеуова², А. Ж. Габидуллин³

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;

³магистрант, Энергетический факультет, Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, 010000, Республика Казахстан
e-mail: anuar_leo@mail.ru

**ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ
МЕРОПРИЯТИЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ КРАН-БАЛКАМИ**

В данной статье рассматриваются новые возможности для успешного выполнения энергосберегающих проектов, которые реализуются в области энергетического снабжения АПК. Необходимость в повышении энергетической эффективности АПК РК объясняется тем, что в итоговой себестоимости, доля стоимости затраченных энергоресурсов в процессе производства сельхозпродукции остается высокой, и значительно превышает аналогичные показатели в развитых странах. Поэтому данная тема является составной частью мероприятий по обеспечению продовольственной безопасности страны.

Темпы повышения энергетической эффективности производства в АПК остаются невысокими, это вызвано в первую очередь тем, что существуют барьеры, сдерживающие развитие энергосбережения и энергоэффективности в стране, которые представлены в виде четырех групп факторов. Это недостатки мотивации, недостаток информации, недостаток опыта финансирования проектов, недостаток организации и координации. Исследование проводится на примерах лучшей практики, описанной в изученной литературе.

Ключевые слова: энергетическая эффективность, энергосбережение, реконструкция, экономическая целесообразность, продовольственная безопасность, электропривод, силовая электроника, экономический эффект.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время осуществление энергоэффективной политики является одним из важных средств модернизации экономики и гарантирования энергетической безопасности, при этом следует принять во внимание индустриально-инновационное развитие страны.

Энергосбережение является стратегической задачей государства, одновременно с этим и основной метод обеспечения энергетической безопасности. Цель энергосбережения – это повышение энергетической эффективности во всех хозяйствах, во всех областях и в стране в целом.

Для стимулирования энергосбережения и повышения энергоэффективности в Республике Казахстан принят Закон «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности», а также внесены изменения в ряд нормативно-правовых актов.

Энергоэффективность содержит мероприятие по совершенствованию областей экономики, повышение качества администрирования и квалификации производственных кадров, привлечение крупных инвестиций. Необходимо реализовать научно-технический потенциал и инновационное мышление, повысить инвестиционную привлекательность энергоэффективности, этот новый специализированный вид деятельности. На этапе экономического развития страны стабильное состояние АПК является необходимой составляющей социально-экономического укрепления общества, и его экономической безопасности.

Необходимо учесть, что фактически энергоэффективные мероприятия должны быть частью Государственных программ РК по повышению энергоэффективности и энергосбережению [1–3], так как эти программы создают правовую основу для их реализации.

Актуальность данной работы объясняется тем, что в условиях увеличения доли энергетической составляющей в затратах на производство продукции в сфере АПК РК, важное значение приобретает эффективное использование энергии в целях повышения рентабельности [4].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Повышение энергетической эффективности в АПК РК можно достигнуть за счет нижеперечисленных мероприятий: компенсация реактивной мощности, повышение эффективности осветительных установок и сетей, применение возможностей ВИЭ, энергосбережение при эксплуатации электроприводов и т.д.

В данной работе для анализа выбран проект в области реконструкции систем управления кран-балками, осуществленный в хозрасчетном ремонтном цехе предприятия МТС «Кокшетау», и позволивший достигнуть

положительного результата по энергосбережению в наиболее сложных условиях реализации, а также наиболее подробно выполнен анализ использованных технологий силовой электроники, обеспечивших конечных успех данного энергоэффективного проекта.

Энергоэффективный проект хозрасчетного ремонтного цеха предприятия МТС «Кокшетау» в Акмолинской области, выполняющего заказы агрофирм и фермеров на ремонт двигателей внутреннего сгорания и разных агрегатов сельскохозяйственной техники и механизмов, является примером реализации энергоэффективных мероприятий в небольшом коллективе, который был вынужден в условиях конкуренции искать варианты для снижения стоимости предоставляемых ими услуг.

Основными результатами, определяющими получение экономического эффекта, в данном случае должны были быть не только экономия электроэнергии и ресурса механического оборудования, но и сохранность груза, снижение времени на выполнение погрузочно-разгрузочных операций и складирования.

Повышение энергетической эффективности можно было осуществить по двум вариантам:

1 Закупкой дорогостоящих устройств плавного пуска и частотно-регулируемых двухскоростных приводов.

2 Использованием дешевых серийных модулей силовой электроники для реализации плавного пуска и двухскоростного режима управления. В этом случае необходимо было выполнить трудоемкие монтажные работы на оборудовании своими силами в целях экономии.

В условиях ограниченных возможностей, был выбран второй вариант. Электропривод на основе силовой электроники позволяет [6]:

– реализовать режимы управления с плавным пуском и торможением в условиях многократных повторно-кратковременных циклов движения и торможения груза, обеспечивать точное позиционирование деталей при монтаже элементов конструкций большого веса и габаритов;

– значительно упростить конструкцию, снизить ее материалоемкость и вес;

– снизить размеры потребления энергии, как на отдельные операции, так и в целом по результатам применения этой технологии управления;

– повысить безопасность и качество при выполнении монтажных операций.

Бизнес-планом предприятия предусматривался лимит затрат на модернизацию кран-балок в размере 720 тыс. тенге или по 240 тыс. тенге на одну кран-балку.

Задачи по поиску технических решений модернизации управления электроприводом кран-балки, которые могут быть реализованы за счет достижения следующих характеристик:

1 Плавный пуск и торможение приводов перемещения груза.

2 Наличие двух скоростей перемещения груза.

3 Беспроводное управление по радиоканалу.

В данной работе рассмотрены варианты решения задачи посредством использования готовых модулей силовой электроники, из которых можно скомпоновать необходимую схему управления. Готовые модули заводского изготовления должны иметь сертификаты соответствия требованиям безопасного применения.

На первом этапе была определена общая схема устройства управления электродвигателем, которую нужно было собрать из готовых модулей заводского изготовления. Основными элементами такого устройства должны быть:

1 Система беспроводного управления кран-балкой

2 Преобразователь напряжения типа AC/DC/AC с возможностью:

– формирования прямой и обратной последовательности чередования фаз трехфазного напряжения;

– реализации мягкого пуска с ограничением тока на уровне рабочего;

– реализации двухскоростного режима работы электродвигателя [5].

В проекте была рассмотрена возможность модульной комплектации данной схемы из комплектующих изделий. Установлено, что в качестве трехфазного выпрямителя может использоваться силовой модуль М6 – трёхфазный диодный выпрямительный мост производства АО «Электрум АВ» г. Орел.

Модуль интеллектуального инвертора 5М31 производства АО «Электрум АВ» состоит из трехфазного инвертора и встроенной электронной микропроцессорной схемы его управления. Модуль интеллектуального трёхфазного инвертора 5М31 предназначен для управления электродвигателем и обеспечивает коммутацию тока, измерение и ограничение уровня тока, потребляемого двигателем от внешнего источника, выдачу сигналов аварий в критических режимах. Модуль содержит в своем составе силовые ключи, схемы защиты и драйверы управления. Модули имеют различное исполнение и предназначены для управления разными нагрузками. Вариант модуля 5М31–1 выполняет следующие функции:

– управление трехфазным двигателем мощностью от 0.5 до 2.5 кВт в соответствии с управляющими сигналами:

1 Выбора скорости вращения из двух вариантов – нормальный и пониженный

- 2 Выбора направления вращения
- защиту от токовых перегрузок и короткого замыкания;
 - ограничение тока нагрузки на заданном уровне;
 - ступенчатую регулировку порога срабатывания токовой защиты;
 - защиту от перегрева;
 - защиту от одновременного включения транзисторов верхнего и нижнего плеча инвертора;
 - защиту от пониженного напряжения питания;
 - индикацию режима работы и аварийных ситуаций [7].

В работе использована система радиоуправления кранов F21–8D [7]. с восьмикнопочным пультом и с двухскоростными режимами. Система радиоуправления предназначена для дистанционного управления (ДУ) различными типами устройств и механизмов. Система ДУ позволяет оператору выбрать безопасное и максимально удобное место для проведения необходимых манипуляций. Установка радиоуправления на кран-балку является одним из самых оптимальных способов работы с грузоподъемным оборудованием, обеспечивающим удобство при работе, и позволяющим сократить трудозатраты и повысить уровень комфортности.

Далее в работе был произведен контрольный расчет в целях определения верности выбора оборудования и режимов. Произведен выбор нужного режима модуля 5М–31–1, для каждого привода, в зависимости от необходимого режима ограничения тока. Установлено, что модуль М6-1 имеет пятикратный запас по максимальному току. Источник питания напряжением 24 В должен иметь следующие характеристики (по требованиям к питанию F21–8D):

1 Степень долговременной загрузки блока питания должна быть не более 70 % от максимальной мощности, и блок питания должен быть рассчитан на максимальный ток, равный 10 А.

2 Пульсации не должны превышать 3 мВ для F21–8D.

3 Стабильность напряжения должна быть не ниже 3 % для F21–8D.

Структурная схема новой модульной системы управления представлена на рисунке 1.

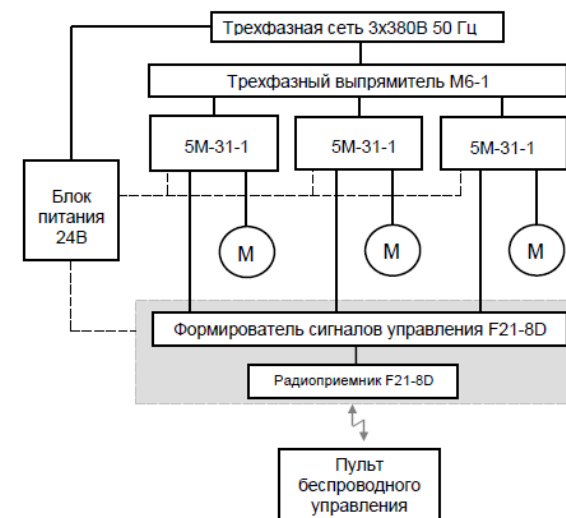


Рисунок 1 – Структурная схема модульной системы управления приводами кран-балки

ВЫВОДЫ

В данном энергосберегающем проекте разработан вариант реконструкции системы управления электроприводом кран-балки устаревшего образца на основе применения устройств силовой электроники. Общая стоимость оборудования, предназначенная для модернизации кран-балок, составила 709 560 тыс. тенге, что входило в рамки лимитированного финансирования, а именно 720 000 тыс. тенге.

Основными результатами, определяющими получение экономического эффекта, и достигнутыми в результате реализации проекта, были не только экономия электроэнергии и ресурса механического оборудования, но и сохранность груза, снижение времени на выполнение погрузочно-разгрузочных операций и складирования. Размеры оплаты за потребляемые энергоресурсы значительно снизились. Относительный размер экономии электроэнергии составил 60.6 %. В результате реализации этого проекта предприятие получило возможность снизить стоимость своих услуг, повысив тем самым спрос на эти услуги и объемы их выполнения.

Фактическое снижение размеров потребления электроэнергии было более чем в два раза выше планового размера, в связи с чем финансовый результат реконструкции был значительно улучшен в части увеличения размеров экономии в потреблении электроэнергии

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Казахстанская Электроэнергетическая Ассоциация. Комитет по возобновляемым источникам энергии. [Электронный ресурс]. – <http://www.windenergy.kz>.

2 Программа по развитию электроэнергетики Республики Казахстан на 2010–2017 годы. [Электронный ресурс]. – <http://k.energo.gov.kz/upload/documents/otchetu>.

3 Национальная Программа развития ветроэнергетики в Республике Казахстан до 2015 г. с перспективой до 2024 гг. [Электронный ресурс]. – http://www.windenergy.kz/programma_gazvitiya.html.

4 План действий по развитию альтернативных и возобновляемых источников энергии в Республике Казахстан в 2013–2020 гг. http://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31328035.

5 **Подлинева, Т. К., Устюгов, М. Н.** Проектирование управляемого привода в электромеханических системах. – Издательство Южно-Уральского государственного университета, 1997. – 85 с.

6 **Грабовецкий, Г. В., Куклин, О. Г., Харитонов, С. А.** Непосредственные преобразователи частоты с естественной коммутацией для электромеханических систем. Ч.1. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 1997. – 60 с.

7 Каталог силовых модулей. [Электронный ресурс]. – <http://www.electrum.nt-rt.ru>.

Материал поступил в редакцию 11.12.17.

I. A. Pyastolova, A. A. Tleuova, A. Zh. Gabidullin

Арқалық-кранды басқару жүйелерін қайта құру кезінде энергия тиімділік іс-шараларын енгізу тәжірибесі

Энергетика факультеті, С. Сейфуллин атындағы
қазақ агротехникалық университеті,
Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы.
Материал 11.12.17 баспаға түсті.

I. Pyastolova, A. Tleuova, A. Gabidullin

Experience of introduction of energy efficient activities at reconstruction of crane beam control systems

Faculty of Energy Engineering,
S. Seifullin Kazakh Agro Technical University,
Astana, 010000, Republic of Kazakhstan.
Material received on 11.12.17.

Берілген мақалада АӨК энергиялық жабдықтау саласында іске асырылып отырған энергия тиімділік жобаларды сәтті орындау үшін жаңа мүмкіндіктер қарастырылуда. ҚР АӨК энергетикалық тиімділігін арттыру қажеттілігі, жинақты өзіндік құнында, ауыл шаруашылығы өнімдерін өндіру үрдісіне кететін энергоресурстар құны жоғары болып қалумен түсіндіріледі және бұл дамыған елдердің ұқсас көрсеткіштерінен айтарлықтай асып отыр. Сондықтан аталған тақырып елдің азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету бойынша іс-шаралардың құрамдас бөлігі болып саналады.

АӨК-де өндірістің энергетикалық тиімділігін арттыру темптері төмен болуда, бұл ең алдымен, елдегі энерготімділіктің және энергия үнемдеудің дамуын тежейтін төрт факторлар тобынан құралған кедергілердің болуымен сипатталады. Бұл мотивацияның жетіспеушілігі, ақпараттың жетіспеушілігі, жобаларды қаржыландыру тәжірибесінің жетіспеушілігі, ұйымдастыру мен үйлестірудің жетіспеушілігі. Зерттеу алынған әдебиеттерде сипатталған үздік тәжірибенің мысалдарында жүргізіліп отыр.

This article discusses new possibilities for the successful implementation of energy saving projects implemented in the field of energy supply of agroindustrial complex. The need to improve energy efficiency of agribusiness due to the fact that the total cost, the share of the cost of energy in the production process of agricultural products remains high and significantly exceeds similar indicators in developed countries. Therefore, this theme is an integral part of safeguarding food security of the country. The rate of increase of energy efficiency in agriculture remain low, this is primarily due to the fact that there are barriers hindering the development of energy saving and energy efficiency in the country, which are presented in the form of four groups of factors. It lacks motivation, lack of information, lack of experience in financing projects, lack of coordination and organization. The study is based on the best practices described in the studied literature.

И. А. Пястолова¹, А. А. Тлеуова², А. К. Айбатыров³

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;

³магистрант, Энергетический факультет, Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, 010000, Республика Казахстан
e-mail: azik-sktl@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕОБХОДИМЫХ И ДОСТАТОЧНЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ УСПЕШНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА ПРИМЕНЕНИЯ ВЭС В АПК КАЗАХСТАНА

В данной статье рассматривается проблематика обеспечения экономической целесообразности энергосберегающих проектов, которые реализуются в области энергетического снабжения АПК. Исследование проводится с использованием основных инструментов энергетического менеджмента, на примере успешного проекта, реализованного в агрофирме «Родина» в рамках решения задач по обеспечению продовольственной безопасности РК. Также данная тематика является одним из направлений деятельности по повышению энергетической эффективности местных систем электроснабжения, применяемых в сельском хозяйстве, и способствует решению проблем энергодефицитных районов.

Для успешной реализации применения ВЭС в АПК должны рассматриваться важные аспекты, как соответствие законодательству, наличие управленческой возможности осуществления, экономическая целесообразность реализации проекта, физическая и финансовая осуществимости проекта. Исследование проводится на примере уже успешно воплощенного проекта в АО «Агрофирма Родина» Акмолинской области.

Ключевые слова: ветряная электростанция, синергетический эффект, экономическая целесообразность, энергетическая эффективность, продовольственная безопасность, энергетический менеджмент, энергетическое обеспечение АПК.

ВВЕДЕНИЕ

Продовольственная безопасность государства является основой суверенитета и создает возможности для успешного развития Казахстана. В связи с этим, решение практических задач по обеспечению продовольственной безопасности государства осуществляется на плановой основе в рамках действующих государственных программ.

В условиях увеличения доли энергетической составляющей в затратах на производство продукции в сфере АПК РК, важное значение приобретает эффективное управление затратами энергетических ресурсов, или энергетический менеджмент [1]. От обычного менеджмента, данный вид отличается учетом и знанием специфики эффективного использования энергии разных видов в практической деятельности [12]. В соответствии с наиболее новыми положениями управленческой науки, энергетический менеджмент реализует особый принцип управления затратами энергией, как и другими производственными ресурсами, в целях снижения затрат энергии посредством улучшения энергетической эффективности производства, с сохранением полезного эффекта от использования энергии [11].

Нужно отметить, что в рамках методологии энергетического менеджмента, энергоэффективность и энергосбережение рассматриваются не только с учетом аспектов энергоснабжения и потребления энергии, но и с учетом организационных, мотивационных, информационных, маркетинговых и инвестиционных аспектов. Указанные аспекты вместе с техническими вопросами являются составными частями использованной методологии.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Наиболее важным элементом энергетического менеджмента является энергетическая политика предприятия, которая инициирует необходимые начальные действия и обеспечивает планирование и реализацию организационно-технических мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности производства [12]. Необходимо отметить, что успешный конечный результат может быть достигнут только при учете основных принципов энергетического менеджмента, таких как законодательная разрешенность, технологическая осуществимость, управленческая возможность, экономическая целесообразность и финансовая состоятельность [12]. Другими словами, в практическом проекте должны быть наиболее полно и правильно определены и учтены условия, при соблюдении которых внедрение энергоэффективных мероприятий может быть технологически эффективным и экономически целесообразным в условиях сельского хозяйства Казахстана. В общем виде искомая область, в которой одновременно имеют место экономическая целесообразность,

законодательная разрешенность и технологическая осуществимость, может быть отражена в графическом виде на диаграмме рисунка 1:



Рисунок 1 – Формирование области совпадения условий, необходимых для успешной реализации проекта и получения синергетического эффекта

Область совпадения условий, необходимых для успешной реализации проекта, образуется внутри прямоугольника, образованного границами рассматриваемых областей, и показанного на рисунке 1.

Особое значение имеет методика обоснования необходимости в реализации проекта, учитывающая сочетание интересов государства, бизнеса и местных энергоснабжающих предприятий. Таким образом, для обеспечения успешного осуществления программ энергосбережения и повышения энергетической эффективности на конкретном предприятии, первым и обязательным условием должно быть создание механизма управления энергосбережением и энергоэффективностью на данном предприятии [11]. Такой механизм должен соответствовать структуре управления предприятием.

Рассмотрим показательный проект использования ветроагрегата в агрофирме «Родина». До начала разработки данного проекта, имели место веские основания для его разработки, такие как дефицит свободной пропускной способности сетей электроснабжения, неудовлетворенная потребность в электроснабжении технологических процессов в агрофирмах, отсутствие источника электроснабжения для планируемых новых производств, текущее удорожание составных частей себестоимости производства молочной продукции [2]. В результате реализации проекта был смонтирован и применяется ветроэнергетический комплекс Vestas Wind Systems NM 750 690V 50 Hz, генератор которого синхронизируется от централизованной сети и присоединяется к ней через трансформатор

мощностью 1 МВА напряжением 0.6/10 кВ. Подключение к сети произведено к шинам 10 кВ на подстанции ПС35/10 с использованием электросчетчика энергии [6, 10]. Показания этого счетчика вычитаются из суммарных показаний учета электроэнергии на объектах агрофирмы. Успешность этого проекта внедрения ветрогенератора была обеспечена применением методики инновационного менеджмента на стадии планирования. В реализации проекта принимали участие четыре стороны, такие как Муниципалитет г.Астаны, являющийся заказчиком производства пищевой продукции, два исполнителя заказа продовольственного пояса г. Астана агрофирмы «Родина» и «Новая», и энергоснабжающая организация Акмолинских сетей АРЭК. Муниципалитет г. Астана с участием Правительства РК произвел оплату работ по монтажу ветрового источника энергоснабжения и тем самым позволил снизить себестоимость производства и обеспечил выполнение договорных обязательств по поставке производимых агрофирмами продуктов питания в г. Астана по фиксированной цене. Сети и коммуникации централизованного электроснабжения используются для транспорта энергии от ВЭУ до потребителей агрофирмы Родина, на основе договора с Акмолинским отделением ТОО «АРЭК–Энергосбыт». За счет внедрения ветрогенератора, устранен текущий дефицит свободной пропускной способности участка сетей электроснабжения, удовлетворена новая потребность в электроснабжении технологических процессов в агрофирмах «Родина» и «Новая», создан источник электроснабжения для планируемых новых производств в этих агрофирмах. Агрофирмы «Родина» и «Новая» получили возможность выполнить свои договорные обязательства по поставке производимых ими продуктов питания в г. Астана по фиксированной цене на безубыточной основе. Одним из методов передового менеджмента, применяемых в агрофирме, является заключение долгосрочного соглашения о прямых поставках продуктов питания без посредников на рынки г. Астана. Муниципальные власти г. Астана придают большое значение сотрудничеству с агрофирмой. Это сотрудничество направлено на обеспечение стабильных цен на продовольствие, поставляемое в город из продовольственного пояса столицы. Поэтому в целях предотвращения роста цен на продукты питания, производимые агрофирмой, разработан соответствующий совместный план организационно – технических мероприятий в рамках программы сотрудничества агрофирмы с муниципалитетом г. Астана и Правительством РК. Одним из пунктов плана является спонсорская помощь со стороны муниципалитета г. Астана и Правительства РК по оплате работ по монтажу таких автономных источников энергоснабжения, которые имеют более низкую стоимость производимой энергии, по сравнению с централизованными источниками. Если рассматривать локальный

вариант замещения централизованного электроснабжения за счет энергии ветрогенератора, то расчетный срок окупаемости этого проекта за счет разницы в стоимости покупной и производимой на ВЭУ энергии составил бы 115.9 лет, т.е. проект не являлся бы инвестиционно привлекательным [8]. Но данный проект, в рамках иного экономически целесообразного варианта, оказался очень нужным и очень успешным, и для реализации проекта был найден источник финансирования, окупаемость которого была сформирована на уровне республиканского бюджета. Успешность конечного результата была обусловлена тем, что данный проект по строительству ВЭУ в агрофирме «Родина» имел комплексный вид и учитывал интересы Правительства РК и Муниципалитета г. Астаны, агрофирмы «Родина» и энергоснабжающей организации. Интересы и мотивация Муниципалитета г. Астаны заключались в снижении растущей себестоимости пищевой продукции, поставляемой в г. Астана из продовольственного пояса агрофирмой «Родина», а также в повышении энергетической обеспеченности технологических процессов в новой агрофирме, которая также является поставщиком пищевых продуктов в г. Астана. Решение задачи обеспечения стабильности цен, качества и предложения пищевой продукции для населения г. Астана позволяет экономить бюджетные средства, которые в условиях растущих цен необходимо было бы затрачивать на повышение заработной платы в целях компенсации удорожания потребительской корзины для работников бюджетной сферы. Поэтому, в целях достижения перечисленных целей, Правительство РК по инициативе Муниципалитета г. Астана, в качестве спонсорской помощи, оплатило стоимость ветроагрегата и его монтаж. Экономическая целесообразность этих затрат на уровне республиканского бюджета была очевидной и была обоснована в рамках целевых программ по Государственной поддержке сельскохозяйственного производства в РК [6–7]. Таким образом, в рамках рассматриваемого проекта, ветроэнергетика является инструментом реализации общей политики по повышению энергетической эффективности сельскохозяйственного производства РК.

Основными стимулами, объясняющими участие сторон в данном проекте, являются возможности по получению экономических и иных выгод. Экономическая целесообразность проекта для Муниципалитета г. Астана определена на уровне республиканского бюджета и заключается в том, что затраты на закупку ветрового генератора для агрофирмы «Родина», произведенные из средств бюджета, многократно ниже тех затрат, которые нужно было бы осуществить из бюджета на компенсацию увеличенной стоимости продуктовой корзины для работников бюджетной сферы в случае, если бы произошло увеличение цен на продукты питания, поставляемые в город агрофирмой. Интересы и мотивация энергоснабжающей организации

заключались в возможности устранить локальный дефицит пропускной способности сетей электроснабжения, в решении проблем энергоснабжения новой агрофирмы, а также других потребителей, за счет высвобождаемых мощностей, без дополнительных своих затрат на реконструкцию и новое строительство инфраструктуры энергоснабжения. Дополнительно, появилась возможность ликвидировать дефицит мощности на данном участке сети в часы наибольшей нагрузки. Поэтому энергоснабжающая организация согласилась подключить ветроагрегат к централизованным сетям и не взимать плату за транспорт энергии, вырабатываемой агрегатом, с его владельца. Экономическая целесообразность этого проекта для энергоснабжающей организации заключается в том, что без дополнительных затрат и капитальных вложений со стороны этой организации, в условиях дефицита пропускной способности сетей, был найден вариант высвобождения мощности и подключения к сети новых нагрузок для новой агрофирмы, производящей продукты питания для населения г. Астаны. Дополнительно к этому, новый источник электрической мощности в виде ветроагрегата, подключенный к дефицитному участку сети, позволяет решать технологические проблемы энергоснабжающей организации, устранять локальный дефицит пропускной способности и перегрузку сетей в этом месте в часы наибольшей нагрузки. Примечание: При общей избыточности производства электроэнергии в области, в распределительных сетях существуют участки с дефицитом пропускной способности, не позволяющие доставлять энергию в необходимом объеме от источника к потребителю, в нужное время и в нужном месте, а стоимость строительства новых сетей многократно превышает стоимость реализованных в рассматриваемом проекте мероприятий [5]. Интересы и мотивация агрофирмы «Родина» заключались в повышении конкурентной способности и объема производимой продукции за счет снижения себестоимости ее производства, а также в обеспечении стабильного спроса на свою продукцию и в закреплении за собой надежного рынка сбыта, в создании резерва мощности электроснабжения для своего перспективного развития. Очевидно, что все участники проекта имели мотивацию, осознавали его экономическую целесообразность и финансовую состоятельность, и действовали в рамках законодательства. Руководство этих предприятий знало что делать, и умело делать все необходимое для реализации своей части мероприятий проекта, т.е. ими были продемонстрированы управленческие возможности и технологическая осуществимость проекта.

ВЫВОДЫ

В результате применения ветроагрегата в с. Родина были решены все поставленные в проекте задачи. Был устранен текущий дефицит свободной

пропускной способности участка сетей электроснабжения. Была удовлетворена новая потребность в электроснабжении технологических процессов в агрофирмах и создан источник электроснабжения для планируемых новых производств в агрофирмах, а также скомпенсировано удорожание составных частей себестоимости производства молочной продукции, что устранило необходимость в повышении отпускной цены. В связи с вышеперечисленным, можно отметить, что в проекте было обеспечено совпадение условий, необходимых для успешной реализации проекта, которое создает синергетический эффект.

При этом нужно отметить, что отдельная реализация локальных мероприятий проекта без реализации сопутствующих задач была бы невозможной и неприемлемо дорогостоящей и осуществлена в явном виде за счет организации и совместной согласованной реализации энергоэффективных мероприятий отдельными предприятиями.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Энергетический менеджмент: учебное пособие [Электронный ресурс]. / Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2014. – 85 с.
- 2 Казахстанская Электроэнергетическая Ассоциация. Комитет по Возобновляемым Источникам Энергии [Электронный ресурс]. – <http://www.windenergy.kz>.
- 3 Программа по развитию электроэнергетики Республики Казахстан на 2010–2014 годы.
- 4 Национальная Программа развития ветроэнергетики в Республике Казахстан до 2015 г. с перспективой до 2024 г.
- 5 **Шефтер, Я. И.** Использование энергии ветра. 2-е изд. перераб. и доп. М. : Энергоиздат, 2013. – 200 с.
- 6 **Трофимов, А., Маринушкин, Б.,** К генеральной схеме развития ветроэнергетики Казахстана. – М. : Журнал «Энергетика»; Алматы, 2012.
- 7 План действий по развитию альтернативных и возобновляемых источников энергии в Республике Казахстан в 2013–2020 г.г., Самрук-зеленый.
- 8 **Ганага, С. В., Кудряшов, Ю. И., Николаев, В. Г.** Сравнительный анализ экономических показателей ВИЭ и традиционных источников энергии. Малая энергетика, № 1–2, – 2005. – С. 13–21.
- 9 **Крон, С., Авербух, Ш.** Экономика альтернативной энергетики. 1
- 10 Основные сведения о ВЭС. [Электронный ресурс]. – www.vestas.com
- 11 **Хасанова, Г. А., Шлычков, В. В.** Менеджмент: учеб. пособие. – Казань : Казан. гос. энерг. ун-т. – 144 с.

12 **Хохлявин, С. А.** Стандарты в области энергоменеджмента. [Электронный ресурс]. – URL : <http://portal-energo.ru/articles/details/id/527>.

Материал поступил в редакцию 11.12.17.

И. А. Пястолова, А. А. Тлеуова, А. К. Айбатыров

Қазақстанның агроөнеркәсіптік кешенінде жел электрстанцияларды қолдану жобасын сәтті іске асырудың қажетті және жеткілікті шарттарын зерттеу

Энергетика факультеті, С. Сейфуллин атындағы
Қазақ агротехникалық университеті,
Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы.
Материал 11.12.17 баспаға түсті.

I. A. Pyastolova, A. A. Tleuova, A. K. Aibaturov

Research of necessary and sufficient conditions for successful implementation of the wind farms in the agroindustrial complex of Kazakhstan

Faculty of Energy Engineering,
S. Seifullin Kazakh Agro Technical University,
Astana, 010000, Republic of Kazakhstan.
Material received on 11.12.17.

Бұл мақалада агроөнеркәсіптік кешенді энергиямен жабдықтау саласында іске асырылатын энергия үнемдеу жобаларының экономикалық тиімділігін қамтамасыз ету мәселесі қарастырылады. Зерттеу Қазақстан Республикасының азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету мәселелерін шешу шеңберінде «Родина» агрофирмасында жүзеге асырылған сәтті жобаның мысалы ретінде энергияны басқарудың негізгі құралдарын пайдалану арқылы жүзеге асырылады. Сондай-ақ, бұл тақырып ауыл шаруашылығында пайдаланылатын жергілікті электрмен жабдықтау жүйелерінің энергия тиімділігін арттыру жөніндегі іс-шаралардың бірі болып табылады және энергия тапшылығы бар аймақтардың проблемаларын шешуге ықпал етеді.

Агроөнеркәсіптік кешенде жел парктерін қолдануды табысты іске асыру үшін заңнаманы сақтау, басқарудың орындылығы, жобаның экономикалық негіздемесі, жобаның физикалық және қаржылық мүмкіндіктері сияқты маңызды аспектілер қарастырылуы керек. Зерттеу Ақмола облысының «Агрофирма Родина» АҚ-да табысты іске асырылған жобаның мысалында жүргізіледі.

In this paper, the problems of ensuring the economic feasibility of energy-saving projects, which are realized in the field of energy supply of the agroindustrial complex, are considered. The study is carried out using the main tools of energy management, using the example of a successful project implemented in the agrofirma «Rodina» in the framework of solving problems of ensuring food security of the Republic of Kazakhstan.

Also, this subject is one of the activities to improve the energy efficiency of local electricity supply systems used in agriculture and contributes to solving the problems of energy-deficient regions.

To successfully implement the application of wind farms in the agro-industrial complex, important aspects should be considered, such as compliance with legislation, the availability of managerial feasibility, the economic feasibility of the project, the physical and financial feasibility of the project. The study is conducted on the example of a successfully implemented project in JSC «Agrofirma Rodina» Akmola region.

**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 / КІРІСПЕ / 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 / НЕГІЗГІ 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 самих 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 KZ15601024100003308
БИК HSBKZKX
Кбе 16
Код 16
КНП 861

ОБРАЗЕЦ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ:

ГРНТИ 396.314.3

А. Б. Есімова

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

Пример оформления таблиц, рисунков, схем:

Таблица 1 – Суммарный коэффициент рождаемости отдельных национальностей

	СКР, 1999 г.	СКР, 1999 г.
Всего	1,80	2,22

Диаграмма 1 - Показатели репродуктивного поведения

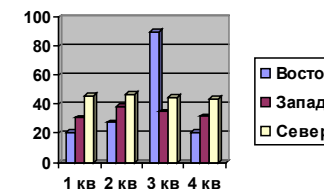


Рисунок 1 – Социальные взаимоотношения

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.

A. B. 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 көрсетілді. 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 deduced by means of application of comparative method and it is estimated as one of optimal methods of the pronouncing dictionary making.

Теруге 11.12.2017 ж. жіберілді. Басуға 26.12.2017 ж. қол қойылды.
Пішімі 70x100 ¹/₁₆. Кітап-журнал қағазы.
Шартты баспа табағы 19,5. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.
Компьютерде беттеген: А. Елемесқызы
Корректорлар: А. Р. Омарова, Қ. Б. Жетписбай
Тапсырыс № 3154

Сдано в набор 11.12.2017 г. Подписано в печать 26.12.2017 г.
Формат 70x100 ¹/₁₆. Бумага книжно-журнальная.
Усл. печ. л. 19,5. Тираж 300 экз. Цена договорная.
Компьютерная верстка: А. Елемесқызы
Корректоры: А. Р. Омарова, Қ. Б. Жетписбай
Заказ № 3154

«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