

ISSN 1814-5787

ҚАЗАҚ
ҚАТЫНАС
ЖОЛДАРЫ
УНИВЕРСИТЕТІ



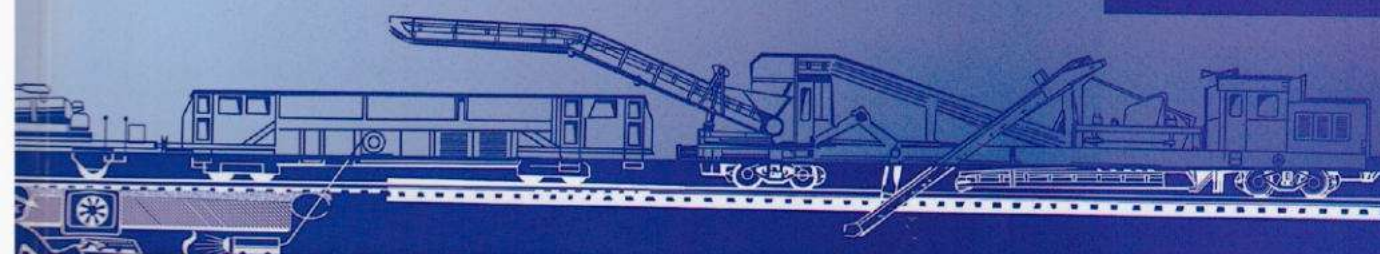
КАЗАХСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ПУТЕЙ
СООБЩЕНИЯ

2022 №1 (74)

ҚАЗАҚСТАН ӨНДІРІС КӨЛІГІ



ПРОМЫШЛЕННЫЙ ТРАНСПОРТ КАЗАХСТАНА



КАЗАХСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

«Промышленный транспорт Казахстана»

Журнал издается с
сентября 2004 года.

Выходит 4 раза в год.

Собственник-
Учреждение
«Казахский
Университет путей
Собобщения».

Адрес редакции:
Республика Казахстан,
050063, г. Алматы,
мкр. Жетісу-1,
дом 32А,
тел. 8-727-376-74-78,
факс 8-727-376-74-81,
E-mail: kups1@mail.kz

Журнал
перерегистрирован в
Министерстве
информации и
коммуникаций
Республики Казахстан

Свидетельство
№ 16163-Ж
от 28.09.2016 г.
Индекс 75133

Подписано в печать
15.03.2022 г.
тираж 500 экз.
Зак. № 22.

Отпечатано
ИП «Salem»
г. Алматы,
ул. Ратушного, 80
т. 251 62 75

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор

Омаров Амангельды Джумагалиевич – д.т.н., профессор,
действительный член Международных академий транспорта
и информатизации, президент Казахского университета путей
собщения

Заместитель главного редактора

Турдалиев Ауезхан Турдалиевич – д.т.н., профессор

Ответственный секретарь

Саржанов Тайжан Садыханович – д.т.н., профессор

РЕДАКЦИОННО-АВТОРСКИЙ СОВЕТ

Аманова Маржан Валиевна – к.т.н., PhD, доцент
(Республика Казахстан)

Апатцев Владимир Иванович – д.т.н., профессор РУТ
(МИИТ) (г. Москва, РФ)

Ахметов Данияр Акбулатович – д.т.н., профессор
(Республика Казахстан)

Гоголь Александр Александрович – д.т.н., профессор
СПбГУТК им. Бонч-Бруевича (г. Санкт-Петербург, РФ)

Имашева Гульнар Махмутовна – д.т.н., профессор
(Республика Казахстан)

Карпушенко Николай Иванович – д.т.н., профессор
СибГУПС (г. Новосибирск, РФ)

Каспакбаев Кабдил Султанович – д.т.н., профессор
(Республика Казахстан)

Кононова Наталья Петровна – к.э.н., профессор, ректор
ОмРИ (г. Омск, РФ)

Лакно Валерий Анатольевич – д.т.н., профессор НУБиПУ
(г. Киев, Украина)

Муратов Абил Муратович – д.т.н., профессор (Республика
Казахстан)

Мусаева Гульмира Сериковна – д.т.н., профессор
(Республика Казахстан)

Оралбекова Аяулым Оралбековна – PhD, ассоц. профессор
(Республика Казахстан)

Старых Ольга Владимировна – директор ФГБУ ДПО
«Учебно-методический центр по образованию на
железнодорожном транспорте» (г. Москва, РФ)

Султангазинов Сулеймен Казиманович – д.т.н., профессор
(Республика Казахстан)

Шалкарар Абдиашим Абжанпарович – д.т.н., профессор
(Республика Казахстан)

МАЗМҰНЫ

ОМАРОВ А.Д., САРЖАНОВ Т.С., МУСАЕВА Г.С., БОБРЯШОВ Д.Н. Ұлттық экономика жүйесінде транзиттік-көліктік әлеуетті қалыптастырудың мәні мен шарттары.....	8
ЖДАНОВ А.Г., ПЕРЕВЕРТОВ В.П., ӘБІЛҚАСЫМОВ М.М., АКАЕВА М.О. Ресей темір жолдары жағдайында концентрацияланған энергия ағынымен материалдарды өңдеудің гибриді технологиялары.....	22
СПАНКУЛОВА Л.С., КЕРІМБАЕВ Р.К. Эрроу - Пратт коэффициентіне негізделген қызметтік функцияның кейбір қасиеттерін анықтау: геометриялық тәсіл.....	35
ШАЛҚАРОВ А.А., ШАЛҚАР Қ.А. Көпір құрылыстарына кіреберістерде жағалау негізін күшейтуді модельдеу.....	47
КЕМЕЛБЕКОВ Б.Ж., АКАЕВ Н.М. Талшықты-оптикалық байланыс желісінің жай-күйін бақылау және болжау.....	53
БАТАШОВ С.И., СМЕРНОВ В.П., ЧУБОВ Р.С., СЕРІКҚҰЛОВА А.Т. Электровоздардың тартқыш электр қозғалтқыштарының оқшаулау тесіктерінің модельдері.....	70
МУРЗАЛИНА Г.Б., УСМАНБАЕВ Е.А. Орам материалдарынан жасалған төбе жабындысының құрылымдарының дамуын талдау.....	76
ТУРДАЛИЕВ А.Т., ЖҰМАНОВ М.Ә., БАЙЖҰМАНОВ Қ.Д., ДЖУМАБЕКОВА Д.А. Жылу сорғыларын қолдану арқылы тұрғын үйлерді жылумен қамту.....	83
СҰЛТАНҒАЗИНОВ С.К., ТОҚСАНБАЕВА Б.А., КУРБАНГАЛИЕВА Н.Б. Суасты электр қозғалтқышының айналу жиілігінің өзгеруі.....	89
ДЖУМАБАЕВ М.Д., МАХАМБЕТОВА У.К., ЖАРЫЛГАПОВ С.М., ДЖУМАБАЕВА К.М. Кешенді электромеханикалық активтендіру әдісімен цементтікүлдішламды байланыстырғышты активтендіру.....	97
ОМАРОВА Г.А., ДАЙРБЕКОВ Г.И., ИМАНҚОЖА М.Ғ. Жобалық биіктік мәнді жерге белгілеу, еңіс сызықтарды және жазықтықтарды жердің бетіне сызу.....	103
ДАРАЕВ А.М., ИМАНБЕРДИЕВ Д.Ж., ЧУКЕНОВА Э.С. Спутниктік байланыс жүйелерінің шуылға төзімділігін зерттеу.....	108
МУСАЛИЕВА Р.Д., АСЫЛБЕКОВА И.Ж., ИСЛАМБЕКОВ Б.К. Темір жол көлігінде үнем өндіріс құралдарын қолдану.....	116
СМЕРНОВ В.П., БАТАШОВ С.И., ЧУБОВ Р.С., СЕРІКҚҰЛОВА А.Т. Тартқыш қозғалтқыштарды оқшаулау сенімділігі итергіш электровоздар.....	125
ҚАСҚАТАЕВ Ж.А., АМАНОВА М.В., КӨКРЕКБАЕВ М.К., ОСТРОВЕРХОВА Ю.И. Теміржол станциялары құрылғыларының жұмыс технологиясы мен қуатын жетілдіру саласындағы зерттеулер.....	134
ИБРАГИМОВ О.А., ЛЕЩЕНКО А. Иілу кезіндегі бетонның беріктігіне коррозияның әсері.....	144
ПЕРЕВЕРТОВ В.П., ЖДАНОВ А.Г., ӘБІЛҚАСЫМОВ М.М., АКАЕВА М.О. Доңғалақтардың дифференциалды айналуының жаңа тежегіш жүйесімен жылжымалы құрамның сенімділігін арттыру.....	158
МУРЗАЛИНА Г.Б., УСМАНБАЕВ Е.А. Экономикалық көрсеткіштерді ескерумен төбе жұмыстарының тиімділігін есептеу.....	164
СҰЛТАНҒАЗИНОВ С.К., РУСТАМБЕКОВА К.К., КУРАКБАЙ М.Б. Батырылатын ортадан тепкіш электр сорғыны орнату.....	171
КАРАСАЙ С.Ш., ДАЙРБЕКОВ Г.И., ИМАНҚОЖА М.Ғ. Трассадағы бағыт бұрмаларының орнын анықтау. Бағытық бұрмалар көшесі.....	180
ЕСТЕКОВА К.Ж., ЕСТЕКОВА Г.Б. Көмірсутектерді тасымалдау саласын тұрақты дамыту.....	184

ДАРАЕВ А.М., АҚАНОВА Ж. Ж., ЧУКЕНОВА Э.С. BeiDou спутниктік навигациялық жүйесін зерттеу және оны GPS-пен салыстыру.....	188
УВАЛИЕВА А.Б., САРҚЫТОВА А.Т. Қазақстан және Жаңа Ұлы Жібек Жолы.....	197
КАСЕНБАЕВА З.У., ТЛЕУКЕЕВА А.Т., НУРМУХАНБЕТОВА И.Ж., КРУНКЕЕВА И.А. Қазақстан Республикасында контрейлерлік тасымалдау технологиясын қолдану арқылы логистикалық инфрақұрылымның тиімділігін әзірлеу.....	203
АЛДАЖАРОВ Қ.С. Астықтың болжамды бағасын анықтауға арналған модель.....	208
МИРКАСИМОВА Т.Ш. РНР-де мейрамханаға арналған веб қосымша құруда MVC моделін қолдану.....	212
ШИНЫКУЛОВА А.Б. Техникалық ЖОО-да ағылшын тілін оқыту әдістері.....	217

ОМАРОВ А.Д., САРЖАНОВ Т.С., МУСАЕВА Г.С., БОБРЯШОВ Д.Н. Сущность и условия формирования транзитно-транспортного потенциала в системе национальной экономики.....	8
ЖДАНОВ А.Г., ПЕРЕВЕРТОВ В.П., АБУЛКАСИМОВ М.М., АКАЕВА М.О. Гибридные технологии обработки материалов концентрированным потоком энергии в условиях Российских железных дорог.....	22
СПАНКУЛОВА Л.С., КЕРИМБАЕВ Р.К. Определение некоторых свойств функции полезности на основе коэффициента Эрроу - Пратта: геометрический подход.....	35
ШАЛКАРОВ А.А., ШАЛКАР К.А. Моделирование усиления основания насыпи на подходах к мостовым сооружениям.....	47
КЕМЕЛЬБЕКОВ Б.Ж., АКАЕВ Н.М. Контроль и прогнозирование состояния волоконно-оптической линии связи.....	53
БАТАШОВ С.И., СМЕРНОВ В.П., ЧУБОВ Р.С., СЕРИККУЛОВА А.Т. Модели пробоев изоляции тяговых электродвигателей электропоездов.....	70
МУРЗАЛИНА Г.Б., УСМАНБАЕВ Е.А. Анализ развития конструкций кровельного покрытия из рулонных материалов.....	76
ТУРДАЛИЕВ А.Т., ЖУМАНОВ М.А., БАЙЖУМАНОВ К.Д., ДЖУМАБЕКОВА Д.А. Теплоснабжение жилых домов с применением тепловых насосов.....	83
СУЛТАНГАЗИНОВ С.К., ТОКСАНБАЕВА Б.А., КУРБАНГАЛИЕВА Н.Б. Изменения частоты вращения погружного электродвигателя.....	89
ДЖУМАБАЕВ М.Д., МАХАМБЕТОВА У.К., ЖАРЫЛГАПОВ С.М., ДЖУМАБАЕВА К.М. Активация цементно-золяношламового вяжущего методом комплексной электромеханической активации.....	97
ОМАРОВА Г.А., ДАЙРБЕКОВ Г.И., ИМАНКОЖА М.Г. Разметка на земле значения проектной высоты, вычерчивание наклонных линий и плоскостей на поверхности земли.....	103
ДАРАЕВ А.М., ИМАНБЕРДИЕВ Д.Ж., ЧУКЕНОВА Э.С. Исследование помехоустойчивости спутниковых систем связи.....	108
МУСАЛИЕВА Р.Д., АСИЛЬБЕКОВА И.Ж., ИСЛАМБЕКОВ Б.К. Применение инструментов бережливого производства на железнодорожном транспорте.....	116
СМЕРНОВ В.П., БАТАШОВ С.И., ЧУБОВ Р.С., СЕРИККУЛОВА А.Т. Надежность изоляции тяговых двигателей электропоездов-толкачей.....	125
КАСКАТАЕВ Ж.А., АМАНОВА М.В., КОКРЕКБАЕВ М.К., ОСТРОВЕРХОВА Ю.И. Исследования в области совершенствования технологии работы и мощности устройств железнодорожных станций.....	134
ИБРАГИМОВ О.А., ЛЕЩЕНКО А. Влияние коррозии на прочность бетона при изгибе.....	144
ПЕРЕВЕРТОВ В.П., ЖДАНОВ А.Г., АБУЛКАСИМОВ М.М., АКАЕВА М.О. Повышение надежности подвижного состава с новой тормозной системой дифференциального вращения колес.....	158
МУРЗАЛИНА Г.Б., УСМАНБАЕВ Е.А. Расчет эффективности кровельных работ с учетом экономических показателей.....	164
СУЛТАНГАЗИНОВ С.К., РУСТАМБЕКОВА К.К., КУРАКБАЙ М.Б. Установка погружного центробежного электронасоса.....	171
КАРАСАЙ С.Ш., ДАЙРБЕКОВ Г.И., ИМАНКОЖА М.Г. Определение положения стрелочных переводов на трассе. Улица маршрутных отводов.....	180
ЕСТЕКОВА К.Ж., ЕСТЕКОВА Г.Б. Устойчивое развитие отрасли по транспортировке углеводородов.....	184

ДАРАЕВ А.М., АКАНОВА Ж.Ж., ЧУКЕНОВА Э.С. Исследование спутниковой навигационной системы BeiDou и ее сравнение с GPS.....	188
УВАЛИЕВА А.Б., САРКЫТОВА А.Т. Казахстан и Новый Великий Шелковый Путь.....	197
КАСЕНБАЕВА З.У., ТЛЕУКЕЕВА А.Т., НУРМУХАНБЕТОВА И.Ж., КРУНКЕЕВА И.А. Разработка эффективности логистической инфраструктуры путем применения технологии контейнерных перевозок в Республике Казахстан.....	203
АЛДАЖАРОВ К.С. Модель для определения прогнозной цены зерна.....	208
МИРКАСИМОВА Т.Ш. Использование модели MVC при создании веб-приложения для ресторана на РНР.....	212
ШИНЫКУЛОВА А.Б. Методы изучения английского языка в техническом ВУЗе.....	217

CONTENTS

OMAROV A.D., SARZHANOV T.S., MUSAYEVA G.S., BOBRYASHOV D.N. The essence and conditions of the formation of transit and transport potential in the system of the national economy.....	8
ZHDANOV A.G., PEREVERTOV V.P., ABULKASIMOV M.M., AKAYEVA M.O. Hybrid technologies for processing materials with concentrated energy flow in the conditions of Russian railways.....	22
SPANKULOVA L.S., KERIMBAYEV R.K. Determination of some properties of the utility function on the basis of Arrow-Pratt coefficient: geometric approach.....	35
SHALKAROV A.A., SHALKAR K.A. Modeling of reinforcement of the embankment base on approaches to bridge structures.....	47
KEMELBEKOV B.Zh., AKAEV N.M. Monitoring and forecasting of the state of the fiber-optic communication line.....	58
BATASHOV S.I., SMIRNOV V.P., CHUBOV R.S., SERIKKULOVA A.T. Models of insulation breakdowns of traction electric motors of electric locomotives.....	70
MURZALINA G.B., USMANBAEV E.A. Analysis of the development of roofing structures made of rolled materials.....	76
TURDALIEV A.T., ZHUMANOV M.A., BAIZHUMANOV K.D., DZHUMABEKOVA D.A. Heat supply of residential buildings using heat pumps.....	83
SULTANGAZINOV S.K., TOKSANBAYEVA B.A., KURBANGALIEVA N.B. Changes in the frequency of rotation of the submersible electric motor.....	89
DZHUMABAEV M.D., MAKHAMBETOVA U.K., ZHARYLGAPOV S.M., DZHUMABAEVA K.M. Activation of cement ash sludge binder by the method of complex electromechanical activation.....	97
OMAROVA G.A., DAIRBEKOV G.I., IMANKOZHA M.G. Marking the values of the design height on the ground, drawing inclined lines and planes on the ground surface.....	103
DARAEV A.M., IMANBERDIEV D.Zh., CHUKENOVA E.S. Investigation of noise immunity of satellite communication systems.....	108
MUSALIEVA R.D., ASILBEKOVA I.Zh., ISLAMBEKOV B.K. Application of lean manufacturing tools in railway transport.....	116
SMIRNOV V.P., BATASHOV S.I., CHUBOV R.S., SERIKKULOVA A.T. Reliability of traction motor insulation electric push locomotives.....	125
KASKATAEV Zh.A., AMANOVA M.V., KOKREKBAYEV M.K. OSTROVERKHOVA Yu.I. Research in the field of improving the technology of operation and power of devices of railway stations.....	134
IBRAGIMOV O.A., LESHCHENKO A. The effect of corrosion on the strength of concrete during bending.....	144
PEREVERTOV V.P., ZHDANOV A.G., ABULKASIMOV M.M., AKAYEVA M.O. Improving the reliability of rolling stock with a new differential wheel rotation braking system.....	158
MURZALINA G.B., USMANBAEV E.A. Calculation of the efficiency of roofing works taking into account economic indicators.....	164
SULTANGAZINOV S.K., RUSTAMBEKOVA K.K., KURAKBAI M.B. Installation of a submersible centrifugal electric pump.....	171
KARASAI S.Sh., DAIRBEKOV G.I., IMANKOZHA M.G. Determining the location of route turns on the route. street of directional turns.....	180
ESTEKOVA K.Zh., ESTEKOVA G.B. Sustainable development of the hydrocarbon transportation industry.....	184
DARAEV A.M., AKANOVA Zh.Zh., CHUKENOVA E.S. Study of the BeiDou satellite navigation system and its comparison with GPS.....	188

UVALIEVA A.B., SARKYTOVA A.T. Kazakhstan and the New Great Silk Road.....	197
KASENBAYEVA Z.U., TLEUKEEVA A.T., NURMUKHANBETOVA I.Zh., KRUNKEEVA I.A. Development of logistics infrastructure efficiency through the use of piggyback technology in the Republic of Kazakhstan.....	203
ALDAZHAROV K.S. Model for determining the approximate price of grain.....	208
MIRKASIMOVA T.Sh. Using the MVC model when creating a web application for a restaurant in PHP.....	212
SHINYKULOVA A.B. Teaching english in technical universities.....	217

ОМАРОВ А.Д. – д.т.н., профессор (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

САРЖАНОВ Т.С. – д.т.н., профессор (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

МУСАЕВА Г.С. – д.т.н., профессор (г. Алматы, Академия логистики и транспорта)

БОБРЯШОВ Д.Н. – к.э.н., доцент (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

СУЩНОСТЬ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ТРАНЗИТНО-ТРАНСПОРТНОГО ПОТЕНЦИАЛА В СИСТЕМЕ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ

Аннотация

Транзитно-транспортный потенциал как важнейший компонент развития производственной инфраструктуры приобретает важную значимость и дальнейшее его развитие для Казахстана невозможно без рационального и эффективного его использования. Это обусловлено огромной территорией, низкой плотностью населения, существенным рассредоточением сырьевых и производственных ресурсов, а также геополитическим расположением страны в центре Евразийского континента – между емкими и динамично развивающимися рынками Европы, Восточной и Юго-Восточной Азии.

Определение объективной фактической эффективности и рационализации транзитно-транспортного потенциала, как ни в какой другой отрасли национальной экономики, сопряжено с большим многообразием подлежащих оценке видов проявления результатов от его работы и необходимостью выражения их в системе интегральных показателей.

Решение существующих проблем и задач формирования и функционирования железнодорожной транспортной системы с учетом расширения рынка транзитно-транспортных услуг Республики Казахстан вызывает необходимость дальнейших научных исследований.

Ключевые слова: *национальная экономика, транспортная система, пассажирские перевозки, грузовые перевозки, транзитно-транспортный потенциал, транспортно-экономические связи.*

В системе хозяйственного комплекса страны транспорт, как часть целого, является одной из базовых отраслей, формирующих инфраструктуру национальной экономики, обеспечивающих удовлетворение постоянно растущих потребностей общества в перевозках грузов и людей, и оказывающих большое влияние на динамичное развитие общественного производства, на его эффективность. Работники транспорта, воздействуя на орудия и предметы труда, осуществляют перемещение вещественных продуктов труда промышленности и сельского хозяйства от места их производства к месту потребления. Процесс этот, как и любой другой процесс создания материальных благ, относится к сфере материального производства. Следовательно, в развитии транспорта немаловажное значение имеет оценка его деятельности в качестве инфраструктуры национальной экономики.

Без транспорта любой вид общественного производства просто немыслим, так как никакое производство не может обойтись без пространственного изменения положения предметов, средств труда и рабочей силы. Транспорт, обеспечивая это перемещение, создает объективные условия для непрерывного функционирования общественного производства, комплексного взаимосвязанного развития всех его секторов. Доставляя

готовый продукт труда потребителям, транспорт завершает процесс материального производства в пределах обращения и является материальной основой последнего.

Транспорт является также материальной основой связи между промышленностью и сельским хозяйством, городом и деревней, экономическими регионами, республиками, государствами и континентами. Иными словами, транспорт является материальной основой связи между производством и потреблением как самостоятельными актами, разделенными пространством и временем, и оказывает активное влияние на повышение (или снижение) эффективности общественного производства. Следовательно, потребность в транспорте определяется не столько потребностью сферы обращения, сколько потребностью общественного производства, потребностью разделения труда в обществе. Его роль приобретает первостепенное значение с дальнейшим разделением труда между различными регионами, в связи с освоением новых земель, природных богатств, недр. Следовательно, специфическая особенность транспорта как отрасли материального производства – всеобщий, постоянно повторяющийся, характер его связи со всеми отраслями национальной экономики, участие во всех фазах общественного воспроизводства.

В чем же заключается материальная часть транспортного производства? В результате производственного процесса в промышленности и сельском хозяйстве обычно создаются новые вещественные ценности, различные виды продукции. Транспорт новых вещественных элементов не создает. Он является сферой материального производства потому, что, осуществляя перевозки (перемещения), изменяет местоположение продуктов по отношению к потребителю. Таким образом, «то, что продает транспортная промышленность, есть само перемещение. Доставляемый ею полезный эффект нераздельно связан с процессом перевозки. Люди и товары едут вместе с определенным средством транспорта, и движение последнего, его перемещение и есть тот процесс производства, который он создает. Полезный эффект можно потреблять лишь во время процесса производства, этот эффект не существует как отличная от этого процесса потребительная вещь, которая лишь после того, как она произведена, функционирует в виде предмета торговли, обращается как товар» [1]. Это важная материальная переменная, позволяющая реализовать продукцию, удовлетворять различные потребности общественного производства и каждого человека. Из этого следует, что как перемещение предметов труда в процессе производства для изготовления нового вещественного продукта, так и перемещение готового продукта из сферы непосредственного производства в сферу потребления есть процесс транспортировки. Однако, по своему экономическому содержанию, виды перевозок различны. Люди и транспортные средства, обеспечивающие перемещение предметов труда непосредственно для процесса производства, участвуют в производстве нового вещественного продукта труда. Такое перемещение является необходимым элементом технологического процесса производства. Следовательно, и участвующий в нем транспорт является технологическим. Поэтому материальные и трудовые затраты на него являются затратами производства, а не транспорта.

Транспортная система экономики представляется сбалансированным развитием всех видов транспорта общего пользования [2]. Степень экономической сбалансированности совокупности видов транспорта определяет эффективность функционирования транспорта, поскольку экономическая сбалансированность транспортной системы национальной экономики может быть достигнута только в том случае, когда, с одной стороны, каждый вид транспорта используется в сфере его наивыгоднейшего применения, а с другой – система в целом обеспечивает полное количественное и качественное удовлетворение постоянно изменяющегося в объеме, во времени и в пространстве спроса населения и национальной экономики на перевозки. Такая транспортная система национальной экономики предполагает мобильность и маневренность как видов

транспорта, так и системы в целом, что не может быть обеспечено без соблюдения необходимых пропорций в развитии транспорта и других отраслей экономики без наличия необходимых резервов пропускной и провозной способности. При этом, на рост грузооборота транспорта, наряду с высокими темпами развития производства продукции, влияет ряд таких факторов, как сложившееся соотношение в территориальном размещении добывающих и обрабатывающих отраслей производства; концентрация и специализация производства; слабое насыщение территории страны сетью путей сообщения, в результате чего транспортно-экономические связи не всегда обеспечиваются по кратчайшим расстояниям; нарушение комплексности строительства и ввода в действие производственных мощностей; высокая материалоемкость производства.

Потребление продукции транспорта в момент производства исключает возможность ее накопления. Эта особенность требует повсеместного полного использования перевозочных средств во времени и пространстве. Неполное использование их приводит к невыполнимым потерям.

Если производство позволяет маневрировать своей продукцией, т.е. продукты одних предприятий (районов) можно заменить продуктами других предприятий (районов), то на транспорте такая возможность почти исключена. Здесь можно маневрировать только подвижным составом. Это приводит к необходимости создания резервов пропускной (провозной) способности транспорта повсеместно.

Но транспорт имеет и свои особенности. В отличие от других отраслей материального производства на транспорте отсутствуют затраты на сырье, в то время как в промышленности эти затраты составляют в среднем 65% общих затрат на производство продукции, а в отдельных отраслях они достигают 90% [3]. Предметами труда на транспорте являются перевозимые грузы, но транспортные предприятия не изменяют их физические и химические свойства, они не оплачивают стоимость перевозимой продукции, и она не входит в эксплуатационные расходы транспорта. Отсутствие затрат на сырье объясняет, почему на всех видах транспорта большую долю в себестоимости занимает заработная плата.

На транспорте создается стоимость и потребительная стоимость. Создание стоимости заключается в том, что работники транспорта в процессе производства производительно потребляют средства производства, в результате их стоимость (C) переносится на стоимость перевозимых грузов или воплощается в цене транспортных услуг, если имеются в виду пассажирские перевозки. При этом создается новая стоимость ($V+M$), которая распадается на необходимый продукт (для себя) и прибавочный продукт (для общества). Вновь созданная стоимость также присоединяется к стоимости перевозимых грузов или входит в цену транспортных услуг. Следовательно, $P=C+V+M$ есть стоимостное выражение продукции транспорта. Создание потребительной стоимости состоит в изменении работниками транспорта пространственного положения товара или пассажира, что в обоих случаях является актом производства [4].

Таким образом, работники транспортной отрасли участвуют в создании общественного продукта и национального дохода. Услуга (продукт) транспорта продается, покупается и, следовательно, выступает как товар и как товар имеет стоимость и меновую стоимость. Стало быть, труд работников транспорта, так же, как и труд работников промышленности, сельского хозяйства, строительства, является производительным трудом.

Транспорт применяется в сфере производства и вне этой сферы. В сфере производства большую роль играет, прежде всего, транспорт внутрипроизводственный – конвейеры, краны и другие подъемные устройства, внутрицеховые рельсовые пути и бетонные дорожки, внутривозовые и подъездные железнодорожные пути, автомобильные дороги, подвесные и канатные дороги и другие устройства.

Внутрипроизводственный транспорт, как правило, специализирован для обслуживания определенного предприятия или группы их и является непосредственной составной частью производственного процесса. В некоторых отраслях промышленности производственный процесс в значительной мере сводится к транспортированию (например, в добыче нефти, каменного угля и других ископаемых). Таким образом, внутрипроизводственный транспорт входит в состав тех отраслей производства, которые он обслуживает.

Наряду с внутрипроизводственным транспортированием, огромную роль в обеспечении производственного процесса имеет транспортирование, обслуживающее внешние связи предприятия с другими предприятиями. Каждое предприятие может нормально существовать и развиваться только в тесной связи с другими предприятиями. Производственный процесс является непосредственно общественным и отдельные коллективы производителей принимают в нем участие, осуществляя различные стадии этого процесса.

Отсюда вытекает и важная для национальной экономики функция транспорта, поддерживающего производственные связи между предприятиями, сообщения между центрами промышленности и районами сельского хозяйства. Эта роль выполняется транспортом общего пользования, в состав которого входят железные дороги, речные и морские пути, автомобильные и гужевые дороги, воздушный транспорт и трубопроводы. Транспорт общего пользования обслуживает процесс общественного производства, перевозя сырье и топливо для промышленных предприятий, вывозя с них полуфабрикаты и готовую продукцию, обеспечивая снабжение городов необходимой продукцией. Транспорт общего пользования, перевозя грузы промышленности, сельского хозяйства, относится к сфере материального производства, так как продолжает производственный процесс промышленных и сельскохозяйственных продуктов.

К транспорту общего пользования относится и перевозка людей. Значительная часть транспорта пассажиров непосредственно обслуживает производственный процесс, осуществляя перемещение рабочих, например, доставку их на работу и с работы, перевозку рабочих на строительство, спуск рабочих в шахту и подъем на поверхность и т.д. Но в производственную сферу входят и все прочие перевозки пассажиров, совершаемые транспортом как отраслью общественного производства для удовлетворения тех или иных потребностей людей в перемещении. Метрополитен, трамвай, пассажирские пароходы, самолеты и другие средства общественного пассажирского транспорта относятся к числу отраслей материального производства, обладают всеми их характерными особенностями и производят полезный эффект - перемещение людей, изменение их местонахождения.

Наряду с транспортом, относящимся к производственной сфере, существует и действует транспорт вне пределов этой сферы. Сюда относится транспорт личного пользования – автомобили, мотоциклы, лодки, яхты и т.п., военные транспортные машины – бронемашины, танки, самолеты, военные суда, транспортные средства для научных исследований и т.п.

Сокращение времени обращения материальных ресурсов в процессе транспортировки – важный фактор интенсификации использования производственных фондов. Главным средством для сокращения времени обращения является усовершенствование путей сообщения. Рассматривая эту сторону роли транспорта, можно отметить, что за счет повышения скорости доставки (сокращения времени обращения) в 2-3 раза повышается дееспособность (эффективность) занятого в производстве капитала [5]. То есть, сокращение времени пребывания материальных ресурсов в процессе транспортировки и уменьшение потерь при перевозке грузов, эквивалентно созданию необходимых мощностей по их производству. Сказанное подчеркивает весомость роли

транспорта в динамичном, комплексном развитии национальной экономики, в повышении эффективности производства.

Поскольку сокращение времени и пространства при помощи средств транспорта является одним из важнейших факторов, влияющих на уровень производительности общественного труда, то правильное рациональное решение проблемы обеспечения транспортных связей регионов страны имеет решающее значение для динамичного и комплексного развития всей экономики страны. Вот почему экономия затрат на транспорт является не самоцелью, а лишь одним из средств для достижения наивысшей производительности труда.

Транспорт играет важную роль в размещении производительных сил. Увеличение экономического потенциала страны диктует необходимость широкого вовлечения в экономический оборот новых отдаленных от промышленных центров регионов, богатых топливно-энергетическими и сырьевыми ресурсами, но лишенных транспортных коммуникаций. Процесс освоения природных ресурсов таких регионов, как правило, сопряжен со строительством транспортной сети, необходимой для вывоза в осваиваемые регионы оборудования, материалов и рабочей силы. Часто природные ресурсы в новых регионах осваиваются одновременно с развитием транспортной системы. В нормальных условиях созданию новых производственных комплексов должно предшествовать сооружение необходимых путей сообщения. Это в конечном итоге снижает совокупные затраты на производство.

Влияние транспортного фактора на рациональное размещение производительных сил по территории страны находится в прямой зависимости с уровнем транспортных издержек. Низкая стоимость перевозок уменьшает привязанность материало- и топливоемких производств к источникам сырья и топлива, но это требует соответствующего развития путей сообщения. Транспорт (особенно железнодорожный) играет большую роль в развитии прогрессивных форм крупного массового производства. Высокая стоимость перевозок всегда являлась одной из причин, ограничивающих укрупнение производства и, следовательно, реализации преимуществ крупного массового производства. Значит, чем ниже издержки транспорта в цене продукции, тем больше, при прочих равных условиях, оптимальные размеры производства, уровень его концентрации и централизации.

Известно, какое значение для повышения эффективности производства имеет специализация и кооперирование крупного массового производства. И здесь велика роль транспорта, поскольку уровень развития, степень интенсификации транспортного процесса и связанные с этим издержки перевозок оказывают двоякое влияние на специализацию и кооперирование производства. При высоких удельных затратах транспорта на единицу продукции возможности специализации и кооперирования экономически ограничены и, напротив, чем ниже стоимость перевозки грузов на дальние расстояния, чем надежнее работа, тем они шире.

Велика роль транспорта в развитии и формировании новых территориально-производственных комплексов. Транспорт является составной частью и материальной основой структуры и организации хозяйства территориально-производственного комплекса. Без развитого соответствующим образом транспорта невозможны территориальное разделение труда, специализация территориально-производственных комплексов на выпуске продукции, производство которой для этих комплексов наиболее выгодно и осуществляется в масштабах, превышающих местные потребности.

Территориальное разделение труда стало возможным с развитием путей сообщения, обеспечивающих обмен продукцией. По мере развития транспорта и удешевления перевозок возможности территориального разделения труда и углубления специализации территориальных производственных комплексов расширяются.

В условиях международного разделения труда менялись требования к транспорту, так как развитие мировой экономики в послевоенное время осуществлялось двумя путями: экстенсивным и пришедшим ему на смену интенсивным – с широким использованием последних достижений научно-технического прогресса и внедрением ресурсосберегающих технологий. Политика ресурсосбережения применительно к транспорту находит свое отражение в следующем [6].

Во-первых, сокращение перевозок нефти по мировым морским путям привело к росту свободного тоннажа танкерного флота, не находящего себе применения. В свое время научно-технический прогресс создал необходимые предпосылки для строительства супертанкеров. Сначала появились стотысячники, затем танкеры, способные перевозить 500 тыс. тонн нефти. Техническая мысль продолжала работать. Казалось, что скоро должны появиться танкеры, способные перевозить 1 млн. тонн нефти. Но резко снизился спрос на перевозки нефти, и прежнюю стратегию судостроения пришлось менять.

Во-вторых, изменение энергетической ситуации поменяло прежние представления о развитии транспорта. Со всей остротой возникла проблема потребления топлива и энергии непосредственно транспортом. Другими словами, пришлось отказаться, от всех ранее сложившихся представлений о перспективах дальнейшего его технического развития и в срочном порядке заняться новыми проработками, где ведущее значение стала играть экономия энергии и топлива, потребляемых средствами транспорта. Так возникла проблема создания энерго- и топливосберегающих транспортных средств, решению которой в значительной мере и было подчинено дальнейшее развитие транспорта в условиях научно-технического прогресса. Это особенно важно в связи с тем, что транспорт является крупным потребителем энергии и топлива.

Период 50-х и особенно 60-х гг. XX века характеризовался для большинства стран развитием экономики по экстенсивному пути. В этих условиях основные требования к транспорту заключались в обеспечении перевозок всевозрастающих количеств разнообразного сырья и энергоносителей. Именно в этот период существенно возросли перевозки нефти по мировым морским путям, что сопровождалось ускоренным строительством танкерного флота, особенно Супертанкеров, а также сооружением нефтепроводов в различных районах мира. Одновременно были осуществлены крупные проекты, подчас международного значения, по строительству новых транспортных магистралей, так называемых «дорог к ресурсам». В середине 70-х гг. мировая экономическая ситуация резко изменилась в связи с ростом цен на нефть, что существенно активизировало разработку ресурсосберегающих технологий во всех отраслях экономики, особенно в промышленности.

Бурное развитие процессов международной специализации и кооперации предъявило специфические, качественно новые требования к транспорту. Он должен в этих условиях обеспечивать возможно быструю доставку комплектующих узлов и деталей при полной их сохранности в пути следования. Проблема эта оказалась далеко не простой. Для ее решения необходимы, как показывает мировая практика, определенное время и значительные инвестиции. Для эффективного транспортного обеспечения развивающихся процессов международной кооперации потребовалось создать практически заново специальную транспортно-снабженческую систему, состоящую из нескольких звеньев.

Первыми из звеньев новой транспортно-снабженческой системы стали производство и массовое применение контейнеров, при помощи которых обеспечивается наиболее эффективное движение товаров в международном сообщении.

Второе звено транспортно-снабженческой системы – специализированные суда – контейнеровозы. В 1984 г. произошло событие, открывшее новый этап в развитии мировых контейнерных перевозок, – начали осуществляться кругосветные рейсы контейнерных судов, на что непосредственно повлияли расширение деятельности транснациональных корпораций и развитие международного кооперирования. Многие

специалисты Запада связывают это с «новой» контейнерной революцией в линейном судоходстве. Две крупнейшие судоходные компании – «Юнайтед стейтс лайнз» (США) и тайваньская «Эвергрин лайнз» начали кругосветные рейсы контейнерных судов с заходом в базовые порты США, Западной Европы, стран Ближнего и Дальнего Востока. Организация кругосветных рейсов преследовала цель снизить себестоимость перевозок за счет эксплуатации эффективных крупнотоннажных судов. Принципиально важным является и то, что загрузка этих судов приближается к 100%, так как перевозка порожних контейнеров благодаря встречным рейсам сведена к минимуму. Это свидетельствует о том, что удалось сбалансировать встречные грузопотоки при осуществлении кругосветных рейсов.

Третьим звеном транспортно-снабженческой системы являются автоматизированные распределительные центры, сооружение которых интенсивно осуществляется на Западе. В них осуществляется накопление, сортировка и компоновка отдельных партий, комплектующих узлов и деталей, которые по первому требованию отправляются адресатам [7].

Организация и выполнение транзитных операций. Осуществление транзитных операций ориентировано на более полное удовлетворение спроса на транспортные услуги и повышение рентабельности отрасли при оптимизации транспортных потоков и транспортной составляющей в структуре валового национального продукта. При транзите происходит изменение положения продукта в пространстве и во времени, что является производством. Транзитный процесс требует средств производства и рабочую силу, как и любое производство. Продукция транспорта имеет как производственное, так и личное потребление.

Система транспортного обслуживания охватывает все стороны транзитной деятельности, представление о технологии и направлениях которой позволяет определить транзитный потенциал, объединяющий комплекс логически взаимосвязанных функциональных блоков [8]:

1. Аналитический – внешняя среда, транспортный рынок и его составляющие, потребители транспортных услуг, конкуренты, посредники, партнеры, перевозки (структуры, схемы, тарифы, качество транспортного обслуживания), внутренняя среда республиканского железнодорожного транспорта.

2. Производственный – формирование эффективного производства, проведение ценовой политики, организация системы сбыта и сервиса обслуживания клиентов.

3. Формирующий – формирование спроса на транзит, стимулирование сбыта.

4. Управление и контроль – организация планирования транзитных операций, информационное обеспечение управления, коммуникационное обеспечение маркетинга, организация контроля маркетинга.

Анализ каждого элемента блока позволяет получить необходимые данные для решения ключевых задач реформирования и реструктуризации транзитно-транспортной отрасли.

Объективная величина транспортных потребностей национальной экономики в транзите определяется необходимостью доставки конкретного объема произведенных в отраслях материального производства вещественных потребительных стоимостей из конкретных мест их производства в конкретные места их потребления [9]. Причем очень важно, когда и как будет осуществляться такая доставка. Она должна быть совершена своевременно, качественно, с минимально возможными для достигнутого уровня развития производительных сил совокупными затратами настоящего труда и с учетом затрат труда на эти цели будущих поколений. В оптимальном варианте данное требование означает такую организацию транспортного процесса в рационально сбалансированной структуре расширенного воспроизводства, при которой доставка всего объема потребительных стоимостей осуществляется по принципу: «на колеса» и «с колес». За рубежом, например,

в Японии, подобная технология транспортного обслуживания, называемая «just in time» (точно в установленное время), уже успешно осуществляется.

Указанный принцип работы транспорта обеспечивает, во-первых, максимальную степень своевременности транспортного обслуживания. Продукция отраслей материального производства непосредственно после завершения стадии ее изготовления, минуя склады, товарные базы и т.п., загружается в подвижное транспортное средство, с помощью которого можно обеспечить экономически наиболее эффективный для достигнутого уровня развития материально-технической базы транспорта способ доставки продукта к месту его потребления. Здесь вещественная потребительная стоимость непосредственно «с колес» транспортного средства, опять же минуя склады и товарные базы, поступает в производительное или индивидуальное потребление. Во-вторых, принцип «на колеса» и «с колес» дает наибольшую гарантию сохранения качества и количества транспортируемых товаров в сфере обращения благодаря исключению из транспортного процесса дополнительных погрузочно-разгрузочных операций. Наконец, в-третьих, он обеспечивает наивысшую эффективность функционирования сферы обращения за счет минимизации совокупных общественных затрат труда, достигаемой благодаря ликвидации или сокращению складских расходов, «омертвления» в сфере обращения материальных оборотных средств на долгое время и существенного сокращения времени полного цикла товарооборота.

Вторым, также очень важным условием оптимизации транспортного процесса в расширенном воспроизводстве является доставка грузов «от двери до двери» с минимально возможным числом перевалок его с одного вида транспорта на другой, в оптимальном варианте – только одним видом транспорта. Данное условие должно обеспечиваться на стадии планирования транспортно-экономических связей, как на уровне всей национальной экономики, так и на региональном уровне.

При транзите увеличиваются общие затраты на продукцию, поскольку к ее стоимости добавляются расходы на транспорт. Поэтому целесообразность уменьшения транспортных издержек очевидна. Видимо, исходя из этого положения П.А. Хромов считает, что рост продукции промышленности, сельского хозяйства – положительное явление, но увеличение грузооборота на одного работника не может свидетельствовать о росте производительности общественного труда на транспорте, если оно перекрывается дополнительными затратами труда, вызванными ростом дальности перевозки грузов. Общество заинтересовано в том, чтобы затраты на транспорт, на перемещение продукции были бы относительно минимальными [10]. Присоединяясь к мнению П.А. Хромова, считаем целесообразным добавить следующее.

Во-первых, рост продукции перечисленных материальных производств не всегда явление положительное. Если рост продукции превышает потребность в ней, то происходит ее замораживание. При этом на данную продукцию отвлекается известная часть общественного труда, которая могла быть использована для производства других видов продукции, нужных для удовлетворения потребностей общества, в том числе, возможно, и в продукции, не находящей применения из-за низкого качества, что также нельзя считать положительным явлением.

Во-вторых, не всякое увеличение дальности транзитных перевозок – явление отрицательное. Оно может быть вызвано необходимостью экономии общественного труда или недостатками работы экономической службы. Только во втором случае общество несет потери. Например, А.Г. Заруцкий считает, что «все виды нерациональных транзитных перевозок экономически представляют собой то же самое явление, что и производство продукции в промышленности, сельском хозяйстве, строительстве, в данное время обществу не нужной». Если согласиться с таким утверждением, то нерациональные транзитные перевозки в какое-то время окажутся нужными обществу. По сути,

нерациональные транзитные перевозки – брак в работе, хотя можно найти немало причин для оправдания. Поэтому общество должно стремиться к их устранению.

Таким образом, с учетом всего вышесказанного, попытаемся вывести узкое и широкое определение понятию «транзитно-транспортный потенциал» и на их основе составить единое определение своего понятия «транзитно-транспортный потенциал» национальной экономики.

Под транзитно-транспортным потенциалом в узком смысле следует понимать сбалансированную совокупность всех видов транспорта, направленную на полное удовлетворение внутреннего и внешнего спроса на транспортные услуги.

Расширенное определение транзитно-транспортного потенциала можно представить в следующем виде: это экономически сбалансированная совокупность транспорта общего пользования и внешнего промышленного транспорта предприятий, которые продолжают процесс производства в сфере обращения с целью полного удовлетворения спроса на транспортные услуги.

Итак, транзитно-транспортный потенциал представляет собой экономически сбалансированную совокупность транспорта общего пользования (железнодорожного, водного, автомобильного, воздушного, трубопроводного) и внешнего промышленного транспорта предприятий, продолжающих процесс производства в сфере обращения и для обращения с целью полного удовлетворения спроса на транспортные услуги и повышения рентабельности отрасли при оптимизации транспортных потоков и транспортной составляющей в структуре валового национального продукта.

Соотношение между объемами производства и транзитных перевозок. Определение оптимальных соотношений между объемами производства и транзитных перевозок – важная проблема, имеющая первостепенное значение не только для перспективного планирования развития транспорта, но и для других отраслей национальной экономики. Транспорт, создавая условия для планомерного развития всего общественного производства, концентрации, кооперирования и комбинирования предприятий, углубления территориального разделения труда, связывает в единую систему отрасли национальной экономики и экономические регионы страны.

Территориальное разделение труда осуществляется путем последовательного развертывания в экономических регионах отраслей материального производства соответственно имеющимся для их развития природным, экономическим и социальным условиям. Непосредственным выражением общественного территориального разделения труда являются межрегиональные и внутрирегиональные транспортно-экономические связи, главными факторами формирования которых являются территориальное размещение производства и потребления продукции, структурные изменения и научно-технический прогресс в общественном производстве, совершенствование системы материально-технического снабжения, дальнейшее развитие внешнеторговых связей.

Исследование транспортно-экономических связей – необходимая предпосылка научного обоснования развития и обеспечения высокоэффективной работы транспортной системы национальной экономики.

Недооценка роли транспортного фактора при размещении производства приводит к ошибкам в планировании развития мощностей транспорта на важнейших направлениях сети, вызывая непроизводительные расходы материальных, финансовых и трудовых ресурсов.

Удовлетворение потребностей национальной экономики в транзитных перевозках в ряде случаев может вызвать некоторое повышение расходов на транспортировку, которое, однако, перекрывается сокращением производственных издержек. Решающее влияние на рост транзитных операций, осуществляемых транспортом, оказывают темпы роста производства, структурные и качественные изменения в отраслях национальной

экономики в результате научно-технического прогресса, а также территориальное размещение производительных сил.

Важную роль в оптимизации транзитно-транспортных операций играет создание территориально-производственных комплексов. Это позволяет в крупных масштабах перерабатывать сырье в непосредственной близости от мест его добычи, сократив расстояние его перевозок магистральным транспортом, и обеспечит предъявление транспорту для перевозки облагороженной продукции относительно меньшей массы.

Возрастание доли транзитных перевозок готовой продукции, т.е. грузов, наиболее трудоемких для транспорта, потребует относительно большого количества транспортных средств и пропускных способностей транспорта. Относительно увеличит среднюю дальность железнодорожных перевозок дальнейшее углубление территориального разделения общественного труда, специализации и кооперирования в машиностроении, легкой и пищевой индустрии, а также необходимость обеспечения населения развивающихся удаленных районов различной готовой продукцией.

Повышение качества производимой продукции, опережающие темпы производства высокоценных товаров, обрабатывающих отраслей увеличат среднюю стоимость грузов, находящихся на транспорте, экономически целесообразную дальность их перевозок и одновременно повысят требования к скорости доставки и качеству транзитного процесса.

Отнесение транспорта к отраслям производственно-социальной инфраструктуры, которые обслуживают как потребности производства, так и потребности человека, ни в коей мере не принижает и не умаляет его роли в экономике. Во-первых, потому, что он тем самым не исключается из отраслей материального производства, поскольку за ним сохраняется функция продолжателя производственного процесса. Во-вторых, инфраструктурным отраслям в мировой экономической науке отводится приоритетная роль.

Попробуем разобраться, какую роль играет транспорт в современных условиях, каковы его специфические особенности.

Во-первых, очевидно: без доставки сырья на переработку, продукции к потребителю произведенные товары ценности не обретут. Транспорт своими возможностями или ускоряет, или замедляет процесс функционирования народного хозяйства, непосредственно влияет на его эффективность.

Во-вторых, услуги транспорта нельзя употребить впредь или про запас. Например, наездиться в течение недели на целый год вперед. Без ритмично функционирующего транспорта, организующего жизнь любого современного общества, теперь не обойтись: перевозить людей и грузы, а значит, потреблять транспортную продукцию приходится постоянно.

В-третьих, делать это нужно конкретно только там, притом именно в тот момент, где и когда это необходимо. Можно из-за границы привезти, скажем, автомобиль, тепловоз, пассажирский вагон или самолет, чтобы затем использовать для своих нужд. Но приобрести с такой же целью за рубежом и так же использовать транспортную продукцию нельзя.

В-четвертых, транспорт, как известно, один из самых мощных и важных регуляторов социально-политической и экономической жизни каждого государства. Из истории можно вспомнить, как разрушалась та или иная власть, когда в борьбу с ней вступали транспортники. И не случайно почти во всех развитых странах забастовки транспортников ограничены особыми условиями и правилами или запрещены совсем. По той же причине благополучие не только отдельных предприятий и хозяйств, но и целых отраслей, да и всей экономики любого государства во многом зависит от того, насколько удачна его тарифная политика и насколько оптимальны установленные им цены на транспортные услуги.

Ведущая роль в транспортной системе национальной экономики государства принадлежит железнодорожному транспорту, выполняющему большую часть всей перевозочной работы. Отмечая особо важное значение железнодорожного транспорта для развития производительных сил, К. Маркс писал: «Железные дороги объединяют и концентрируют ее широко рассеянные силы». По своей роли в экономике страны, по характеру и мощности технического вооружения, по качеству его использования, по численности работников и производительности труда, по размерам транзитных перевозок и по многим другим показателям железнодорожный транспорт является ведущим среди других видов транспорта. Основными преимуществами железнодорожного транспорта являются его универсальность, регулярность перевозок в течение всего года, огромная провозная способность, безопасность и скорость при сравнительной дешевизне перевозок.

Однако, строительство железных дорог требует больших затрат трудовых и энергетических ресурсов, металла и других материальных ценностей. Удельные капитальные вложения и эксплуатационные расходы на железных дорогах в значительной мере зависят от объема перевозок. На величину этих показателей большое влияние оказывают капитальные вложения в постоянные устройства и расходы по их содержанию. Эти затраты в основном не зависят от объема перевозок и с его ростом все в меньшей доле приходятся на единицу продукции. Тем самым обеспечивается снижение полных удельных капитальных вложений и эксплуатационных расходов.

Железнодорожный транспорт республики является, пожалуй, одним из главнейших элементов национальной экономики. Железнодорожный транспорт Казахстана предназначен быть мощным фактором ускорения развития социально-экономических отношений. Немаловажным является кардинальное изменение хозяйственного механизма в железнодорожном комплексе на принципах научной организации перевозочного процесса, труда и управления.

Анализ работы предприятий железнодорожного транспорта в новых условиях со всей очевидностью показывает, что успешная их деятельность влияет на социально-экономическую жизнь страны. Железнодорожный транспорт остается стержневой основой транспортно-коммуникационной структуры и тем самым способствует развитию интеграционных процессов на рынке транспортных услуг. Любой хозяйственный, а тем более экономический механизм транспортно-коммуникационного комплекса, представляющий собой мобильный процесс реальных производственных отношений, характеризуется постоянными поисками, преобразованиями, переменами. В ходе совершенствования рыночного механизма на транспорте приходится преодолевать разные барьеры, что не всегда может проходить мирно и гладко.

Решение возникающих проблем в железнодорожном комплексе республики, в настоящее время, значительно осложнено, так как в течение длительного предшествующего периода, при котором господствовали объемно-стоимостные ориентиры в развитии народного хозяйства, образовалось серьезное отставание материально-технической базы железнодорожной отрасли от других основных отраслей материального производства, поскольку развитие инфраструктуры считалось второстепенной задачей. В то время как за последние три десятилетия, например, крупнейшие американские железные дороги затратили свыше 100 млрд. долл. США на модернизацию инфраструктуры и обновление парка подвижного состава, чтобы привести технические средства магистральных линий в соответствие с требованиями тяжеловесного движения в условиях интенсивных грузопотоков. При этом обслуживание линий регионального значения общей длиной около 80 тыс. км передано другим компаниям-операторам. Грузовые железнодорожные компании, владеющие собственной инфраструктурой, обязаны выделять компании Amtrak определенную долю пропускной способности для пропуска пассажирских поездов, но строить какие-либо объекты пассажирского хозяйства или выделять пассажирское движение в качестве приоритетного в их функции не входит.

Поэтому в республике все еще ждет своей очереди осуществление единой индустриальной политики, которая бы отражала приоритетность развития железнодорожного транспортного комплекса. Она включает согласование типажа и параметров перевозочных средств, создание новых транспортных средств, системы контейнеров и пакетов, развитие средств механизации и автоматизации, погрузочно-разгрузочных работ, используемых в современных технологических процессах, на стыках видов транспорта для организации непрерывного перевозочного процесса. Это связано с тем, что отсутствуют техническая база и недостаточный амортизационный фонд, а также отсутствуют общие транспортные сопоставимые экономические показатели работы по разным видам транспорта. Действующая система тарифов не отражает общегосударственных интересов и не стимулирует эффективную работу железнодорожного транспорта и системы в целом. Она в значительной мере только зарождается.

Менеджеры американских железнодорожных компаний быстро осознали, что модернизации подвижного состава недостаточно и на следующем этапе развития необходима модернизация инфраструктуры. Первым шагом была продажа малодейственных линий, суммарная длина которых составляла треть общей протяженности сети, равной в то время около 300 тыс. км. Понадобилось около 10 лет, чтобы продать линии длиной 35 тыс. км тридцати региональным железным дорогам и 45 тыс. км – тремстам малым железным дорогам. Когда общая протяженность сети магистральных линий сократилась примерно до 200 тыс. км, наступил следующий этап преобразования многих двухпутных линий в однопутные с одновременной заменой рельсов, шпал и балласта для усиления пути в расчете на тяжеловесное движение с повышенными осевыми нагрузками. Начиная с 1980-х гг. большие средства направлялись на реконструкцию мостов и тоннелей с целью снятия габаритных ограничений для движения поездов с контейнерами, груженными в два яруса. Было также необходимо закупить большое число контейнеров и построить множество терминалов и пунктов их переработки.

Затраты на реконструкцию инфраструктуры примерно сравнивались с затратами на обновление и модернизацию парка подвижного состава. В общем, за 30 лет железные дороги США инвестировали в техническое развитие свыше 100 млрд. долл., или столько же, сколько железные дороги Европы в создание сети высокоскоростных пассажирских сообщений (включая приобретение подвижного состава), но несколько меньше, чем железные дороги Японии.

В общем, анализ мировых тенденций развития научно-технического прогресса на транспорте позволяет выделить три основные сферы его действия. Во-первых, наиболее обширной сферой его применения являются уже созданные транспортные коммуникации и средства транспорта. Их модернизация требует относительно небольших инвестиций и обеспечивает их сравнительно быструю окупаемость. Характерный пример в этом отношении – электрификация уже действующих железных дорог. Во-вторых, важной сферой действия научно-технического прогресса является разработка и внедрение эффективных транспортных средств новых поколений. Как показывает мировая практика, к ним предъявляются три главных требования: экономичность в эксплуатации, экономия энергии и топлива и минимальное вредное воздействие на окружающую среду. В-третьих, научно-технический прогресс на транспорте особенно интенсивно развивается в сфере разработки и применения новых, эффективных транспортных технологий, где особенно выделяется контейнеризация, внедрение лихтеровозных систем перевозок и т. д. Однако необходимо иметь в виду и обратную связь. Созданные на новой технической основе транспортные коммуникации активно воздействуют на весь ход мирового экономического развития и международного экономического сотрудничества. С их помощью решаются такие глобальные проблемы современности, как сырьевая, топливно-энергетическая,

продовольственная и другие. Более того, они создают необходимые условия для хозяйственного освоения новых территорий. При этом в оборот вовлекаются новые источники сырья и энергии, расположенные подчас за многие тысячи километров от потребителей. Таким образом, транспортные коммуникации, созданные на новой технической базе, способствуют значительным сдвигам в размещении производительных сил в мировом масштабе, выступают как мощный ускоритель интернационализации экономической жизни.

Таким образом, с учетом вышеотмеченного, можно сделать следующие выводы:

1. Влияние транспорта на производственный процесс проявляется двояко. Во-первых, как средство доставки сырья, материалов, полуфабрикатов он принимает непосредственное участие в создании материальных ценностей в производственном процессе, обеспечивая связь между отдельными звеньями. Во-вторых, является материальной основой связи между производителями и потребителями материальных ценностей, и этим транспорт продолжает производственный процесс в сфере обращения материальных ценностей. Но транспорт не создает продукт в вещественной форме, как другие отрасли производства. Это одна из его особенностей, как особой отрасли материального производства.

2. Другая особенность транспорта состоит в том, что его продукция неотделима от производственного процесса, она создается и потребляется одновременно. Ее нельзя накапливать, создавать резерв, как в других отраслях материального производства. Эти особенности транспорта требуют создания резервов провозной и пропускной способности повсеместно. Этим определяется сложность и многогранность транспортных проблем.

3. Труд работников транспорта является производительным трудом, выполняющим важные функции в процессе общественного воспроизводства, создающим совокупный общественный продукт и национальный доход, увеличивающим национальное богатство общества.

4. Специфическая роль транспорта заключается в повышении эффективности воспроизводственного процесса, состоящая не в прямом увеличении валового внутреннего продукта и произведенного национального дохода, а в обеспечении роста этих показателей косвенным путем, опосредованным через улучшение работы отраслей экономики, производящих натурально-вещественные потребительные стоимости.

5. Увеличение транзитных перевозок связано с выполнением регулярного анализа транспортной системы железных дорог; проведением мероприятий по увеличению пропускной способности определенных участков железных дорог; повышением скорости транспортировки; информационным обеспечением транспортных услуг; исследованием конкурентоспособности международных транспортных коридоров; привлечением инвестиций для финансирования проектов, повышающих эффективность транспортной системы железных дорог; активизацией политической поддержки со стороны государственного аппарата при взаимодействии на международном уровне.

Литература

1. Маркс К., Энгельс Ф. Соч., Т. 24. – 64 с.
2. Экономические проблемы развития транспорта. / под ред. А.А. Митаишвили. – Москва: «Транспорт», 1982. – 231 с
3. Толкачева М.М., Котов Г.М. Работа железных дорог в условиях рынка. // Железнодорожный транспорт. – 1996. – №3. – С. 23-27.
4. Гагарский Г.А., Грабарник И.А. Перевозки грузов укрупненными местами в смешанных международных сообщениях. – Москва: «Транспорт», 2000. – 200 с.
5. Орлов А.В. Транспорт в системе рыночных отношений и конкурентного рынка. // Железнодорожный транспорт. – 2003. – №2. – С. 12-15.

6. Тульчинский Л.В. Закон опережения темпов развития транспорта. // Железнодорожный транспорт. – 2004. – №3. – С. 19-23.
7. Галабурда В.Г. и др. Единая транспортная система. 2-ое изд. – Москва: «Транспорт», 2004. – 256 с.
8. Математическое моделирование экономических процессов на железнодорожном транспорте. / под ред. А.Б. Каплана. – Москва: «Транспорт», 1984. – 256 с.
9. Елисеев С.Ю. Информационные и аналитические технологии управления перевозками. // Железнодорожный транспорт. – 2001. – №4. – С. 48-49.
10. Хромов П.А. Производительность труда в народном хозяйстве. – Москва, 1969.

References

1. Marx K., Engels F. Soch., Vol. 24. – 64 p.
2. Economic problems of transport development. / edited by A.A. Mitaishvili. – Moscow: "Transport", 1982. – 231 p.
3. Tolkacheva M.M., Kotov G.M. The work of railways in market conditions. // Railway transport. – 1996. – No. 3. – pp. 23-27.
4. Gagarsky G.A., Grabarnik I.A. Cargo transportation in enlarged places in mixed international communications. – Moscow: "Transport", 2000. – 200 p.
5. Orlov A.V. Transport in the system of market relations and competitive market. // Rail transport. – 2003. – No. 2. – pp. 12-15.
6. Tulchinsky L.V. The law of advancing the pace of transport development. // Railway transport. – 2004. – No. 3. – pp. 19-23.
7. Galaburda V.G. et al. Unified transport system. 2nd ed. – Moscow: "Transport", 2004. – 256 p.
8. Mathematical modeling of economic processes in railway transport. / edited by A.B. Kaplan. – Moscow: "Transport", 1984. – 256 p.
9. Eliseev S.Yu. Information and analytical technologies of transportation management. // Railway transport. – 2001. – No. 4. – pp. 48-49.
10. Khromov P.A. Labor productivity in the national economy. – Moscow, 1969.

ОМАРОВ А.Д. – т.ғ.д., профессор (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

САРЖАНОВ Т.С. – т.ғ.д., профессор (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

МУСАЕВА Г.С. – т.ғ.д., профессор (Алматы қ., Логистика және көлік академиясы)

БОБРЯШОВ Д.Н. – э.ғ.к., доцент (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

ҰЛТТЫҚ ЭКОНОМИКА ЖҮЙЕСІНДЕ ТРАНЗИТТІК-КӨЛІКТІК ӘЛЕУЕТТІ ҚАЛЫПТАСТЫРУДЫҢ МӘНІ МЕН ШАРТТАРЫ

Аңдатпа

Транзиттік-көліктік әлеует өндірістік инфрақұрылымды дамытудың аса маңызды компоненті ретінде маңызды мәнге ие болады және оны одан әрі дамыту Қазақстан үшін оны ұтымды әрі тиімді пайдаланбай мүмкін емес. Бұл орасан зор аумаққа, халық тығыздығының төмен болуына, шикізат пен өндірістік ресурстардың елеулі бытыраңқылығына, сондай-ақ елдің Еуразия құрлығының ортасында Еуропаның, шығыс және оңтүстік-шығыс Азияның ауқымды және серпінді дамып келе жатқан нарықтары

арасында геосаяси орналасуына байланысты.

Транзиттік-көліктік әлеуеттің объективті нақты тиімділігі мен рационализациясын анықтау, ұлттық экономиканың басқа салаларындағыдай, бағалауға жататын оның жұмысының нәтижелерін көрсету түрлерінің көптігімен және оларды интегралды көрсеткіштер жүйесінде көрсету қажеттілігімен байланысты.

Қазақстан Республикасының транзиттік-көлік қызметтері рыногын кеңейтуді ескере отырып, теміржол көлігі жүйесін қалыптастырудың және оның жұмыс істеуінің қазіргі проблемалары мен міндеттерін шешу одан әрі ғылыми зерттеулердің қажеттілігін туғызады.

Түйінді сөздер: ұлттық экономика, көлік жүйесі, жолаушылар тасымалы, жүк тасымалы, транзиттік-көлік әлеуеті, көлік-экономикалық байланыстар.

OMAROV A.D. – d.t.s., professor (Almaty, Kazakh university ways of communications)

SARZHANOV T.S. – d.t.s., professor (Almaty, Kazakh university ways of communications)

MUSAYEVA G.S. – d.t.s., professor (Almaty, Academy of logistics and transport)

BOBRYASHOV D.N. – c.e.s., assoc. professor (Almaty, Kazakh university ways of communications)

THE ESSENCE AND CONDITIONS OF THE FORMATION OF TRANSIT AND TRANSPORT POTENTIAL IN THE SYSTEM OF THE NATIONAL ECONOMY

Abstract

Transit and transport potential as the most important component of the development of industrial infrastructure is becoming important and its further development for Kazakhstan is impossible without its rational and effective use. This is due to the huge territory, low population density, significant dispersion of raw materials and production resources, as well as the geopolitical location of the country in the center of the Eurasian continent – between the capacious and dynamically developing markets of Europe, East and Southeast Asia.

The determination of the objective actual efficiency and rationalization of the transit and transport potential, as in no other branch of the national economy, is associated with a large variety of types of manifestation of the results of its work to be evaluated and the need to express them in a system of integral indicators.

The solution of the existing problems and tasks of the formation and functioning of the railway transport system, taking into account the expansion of the transit transport services market of the Republic of Kazakhstan, necessitates further scientific research.

Keywords: national economy, transport system, passenger transportation, freight transportation, transit and transport potential, transport and economic relations.

УДК 621.974.8

ЖДАНОВ А.Г. – д.т.н., доцент (Российская Федерация, г. Самара, Самарский государственный университет путей сообщения)

ПЕРЕВЕРТОВ В.П. – к.т.н., доцент (Российская Федерация, г. Самара, Самарский государственный университет путей сообщения)

АБУЛКАСИМОВ М.М. – ст. преподаватель (Российская Федерация, г. Москва, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана)

АКАЕВА М.О. – к.т.н., ст. преподаватель (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

ГИБРИДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ КОНЦЕНТРИРОВАННЫМ ПОТОКОМ ЭНЕРГИИ В УСЛОВИЯХ РОССИЙСКИХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Аннотация

Статья посвящена вопросу применения инновационных технологий при обработке материалов концентрированным потоком энергии. Предложены и подробно рассмотрены: способ формирования отверстий в материале (резка материала), способ нагрева заготовок перед штамповкой низкотемпературной плазмой (факельным разрядом), способ скоростного нагрева заготовок перед штамповкой и устройство для его реализации.

Ключевые слова: материалы, термическая и механическая обработка, лазерные и плазменные технологии, качество и надежность, контроль и диагностика.

Интенсификация технологических процессов термообработки, наплавки, легирования, напыления и других методов поверхностной обработки материалов в значительной степени определяется расширением применения мощных концентрированных потоков энергии в виде электронного луча, лазерного излучения, плазменного и ионного воздействия [1-4].

Высокие плотности мощности лазерного и плазменного излучения превосходят другие энергии, позволяют увеличить производительность обработки, получать качественно новые свойства поверхностей, недоступные традиционным методам обработки материалов. Лазерная и плазменная обработка поверхностей металлов и сплавов относится к локальным методам термической обработки с помощью высококонцентрированных источников нагрева и имеет параметры, свойственные всем другим высококонцентрированным источникам, а также свои особенности и преимущества.

1. Высокая концентрация подводимой энергии и локальность позволяют производить обработку только поверхностного участка материала без нагрева остального объема и нарушения его структуры и свойств, что приводит к минимальному короблению деталей, позволяет провести нагрев и охлаждение обрабатываемого объема материала с большими скоростями при очень малом времени воздействия.

2. Возможность контроля, диагностирования и регулирования параметров лазерной обработки в широком диапазоне режимов позволяет разработать ряд методов поверхностной лазерной и плазменной обработки, причем в каждом методе можно регулировать качество структуры поверхностного слоя материала, такие его свойства, как твердость, износостойкость, шероховатость, а также геометрические размеры обработанных участков и др.

3. Отсутствие механических усилий на обрабатываемый материал дает возможность обрабатывать хрупкие конструкции.

4. Возможность обработки на воздухе, автоматизация технологий и транспортировки лазерного излучения на значительные расстояния и подвода его с помощью специальных оптических систем в труднодоступные места позволяет производить обработку в тех случаях, когда другие методы, в том числе и с помощью высококонцентрированных источников нагрева (низкотемпературная высокочастотная плазма (факельный разряд)) применить невозможно.

Методы лазерной термообработки аналогичны обычным методам термической обработки материалов и сплавов. Для осуществления лазерной закалки (рисунок 1) локальный участок поверхности массивной детали нагревают с помощью излучения до

сверхкритических температур, а после прекращения действия излучения этот участок охлаждается за счет отвода теплоты во внутренние слои металла. Высокая скорость охлаждения приводит к образованию закалочных структур в сплавах и к высокой твердости поверхности.



Рисунок 1 – Применение лазерных технологий

Основная цель лазерной закалки – повышение износостойкости деталей железнодорожного транспорта, работающих в условиях трения. Уменьшение износа деталей после лазерной закалки обусловлено рядом факторов: высокой твердостью поверхности, высокой дисперсностью структуры; увеличение несущих свойств поверхности; уменьшением коэффициента трения и др.

Увеличивается износостойкость чугунов в условиях трения со скольжением после обработки непрерывным лазером. Повышение износостойкости чугунов после лазерной обработки обусловлено, кроме вышеупомянутых факторов, улучшением условий трения из-за сохранившегося в зоне лазерного воздействия графита. Повышается также и износостойкость сталей и некоторых других сплавов при трении в щелочной и кислотной средах.

Напряженное состояние поверхностных слоев после лазерной закалки различное. После прекращения лазерного воздействия наиболее быстро охладится внутренний слой металла, лежащий возле непрогретого исходного слоя. Поверхностный слой охлаждается и сжимается в последнюю очередь. Это приводит к большой неравномерности в распределении остаточных напряжений. Величина и интервалы изменения напряжений при обработке материала зависит от режимов обработки и от мощности излучения.

Остаточные деформации увеличиваются при увеличении степени перекрытия пятен или полос упрочнения. Оптимальные режимы – равномерное и симметричное заполнение поверхности пятнами или полосами упрочнения.

После лазерной закалки по оптимальным режимам, которые необходимо контролировать и диагностировать, при достаточных размерах обрабатываемых деталей поводки минимальны, и этим процесс выгодно отличается от термообработки с помощью неконцентрированных источников тепла.

В том случае, когда толщина обрабатываемой детали соизмерима с размерами зоны лазерного воздействия и условия ускоренного теплоотвода не обеспечиваются, имеет место *лазерный отжиг*. Такая технология применяется в микроэлектронике для отжига

полупроводниковых материалов, в особенности имплантированных на металлические подложки. Лазерный отжиг, заключающийся в нагреве лазером закаленных деталей до температур ниже критических, может быть использован для обработки мелких деталей в приборостроении, например, пружинных элементов и др.

Оплавление поверхности, как технологический процесс, начал развиваться с появлением лазерного излучения. При оплавлении для улучшения качества поверхности (уменьшения пористости или шероховатости) режимы обработки подбирают исходя из требований получения наилучшей микрогеометрии поверхности, а скорость охлаждения в этом случае не регламентируется. При аморфизации скорость охлаждения должна быть максимальной для получения аморфного состояния, поэтому глубина оплавления не превышает 50 мкм.

Методы получения поверхностных покрытий – легирование и наплавка – отличаются тем, что участок поверхности нагревается выше температуры плавления, в зону оплавления вводят легирующие компоненты, и в результате образуется поверхностный слой с химическим составом, отличным от основного металла. Вакуумно-лазерное напыление заключается в испарении материала участка поверхности под воздействием лазерного излучения в вакууме и конденсировании испарившихся продуктов на подложке.

Ударное воздействие лазерного излучения может использоваться для упрочнения поверхности и для инициирования физико-химических процессов, например, для формирования *p-n*-переходов в полупроводниковых материалах.

Инициирование поверхностных химических реакций на поверхности сплавов с помощью теплового воздействия лазерного излучения или с использованием низкотемпературной высокочастотной плазмы вблизи поверхности преследует цель окисления или восстановления отдельных компонентов сплава или получения специальных соединений.

Лазерная обработка материалов основана на возможности лазерного излучения создавать на малом участке поверхности высокие плотности теплового потока, необходимые для интенсивного нагрева или расплавления (испарения, сварка, резка) практически любого материала.

При воздействии на поверхность обрабатываемых металлов и сплавов лазерное излучение частично отражается от нее, а остальной поток излучения проникает на незначительную глубину. Эта энергия лазерного излучения практически полностью поглощается электронами в поверхностном слое. Вследствие этого резко повышается электронная температура, тогда как температура кристаллической решетки остается незначительной.

Интенсивность отражения лазерного излучения при воздействии на поверхность твердого тела определяется коэффициентом отражения, зависящим от материала и длины волны излучения. Наиболее высоким коэффициентом отражения характеризуется воздействие излучения перспективных CO_2 -лазеров.

Решающим фактором, определяющим эффективность лазерного излучения металлами, является состояние поверхности. С ростом оксидной пленки на поверхности металла коэффициент поглощения CO_2 -излучения возрастает в несколько раз. На практике же не всегда оправдана технологическая операция увеличения шероховатости поверхности с целью повышения эффективности лазерной обработки. При поверхностной обработке более целесообразно нанесение покрытий для увеличения эффективности поглощения лазерного излучения, в особенности при обработке шлифованных поверхностей деталей.

Лазерные технологии, обладая большой гибкостью, являются перспективными для автоматизированного изготовления заготовок резкой, пробивкой, сваркой из листов металла, композита, полимера, керамики малыми партиями в многономенклатурном

производстве. Для ГПМ лазерной обработки используются двухосные осцилляторы поперечного типа на низком давлении газа CO_2 , мощностью от 1 до 5 кВт.

ГПМ для резки заготовок из листов металла, полимеров, керамики и других подобных материалов, и пробивки отверстий в них разработан на базе лазера LAC-553P мощностью 1 кВт (рисунок 2). Скорость резки – 1,2-8,7 м/мин, точность – $\pm 0,1$ мм, наибольшая площадь листа – 1,2 x 2,4 м, толщина – 6 мм, наибольшая масса листа – 300 кг. Энергия луча от осциллятора 1 передается по световолоконному каналу 2 к технологической насадке, позиция которой устанавливается трехкоординатным позиционером 3, оборудованным сервомоторами и шариковыми винтовыми передающими механизмами 4. Управление осуществляется с помощью микропроцессора 5.

Для ГПМ на базе лазеров LAC-554 и LAC-555 мощностью 3 и 5 кВт разработана интегральная САПР конструкции изделия и технологических процессов, информация о которых передается на управляющий микропроцессор. ГПМ для резки и сварки на базе лазера LAC-555 обеспечивает автоматическую программную резку и сварку листовых заготовок площадью до 3 x 5 м и толщиной 9 мм с точностью размеров до $\pm 0,3$ мм. Наибольшая скорость резки – 8,7 м/мин, сварки – 1 м/мин.

Лазерные технологии применяются для пробивки тонких отверстий различной сложной формы (при размерах отверстий меньше толщины листа) в комбинации с штамповыми методами и отдельно; для зачистки заусенцев пробитых в штампах отверстий и вырезанных по контуру деталей из листа; для контроля позиций перемещений и вырезки сложных контуров по программе из листовой стали, пластмасс, керамики [5-9].

Разработаны лазерные ГПМ для термообработки, зачистки заусенцев по контуру и разворачиванию отверстий, для ломки сливной стружки, при обработке материалов резанием (ОМР). Применяются лазеры с осцилляторами на CO_2 мощностью до 5 кВт или Ar мощностью 200-300 Вт.

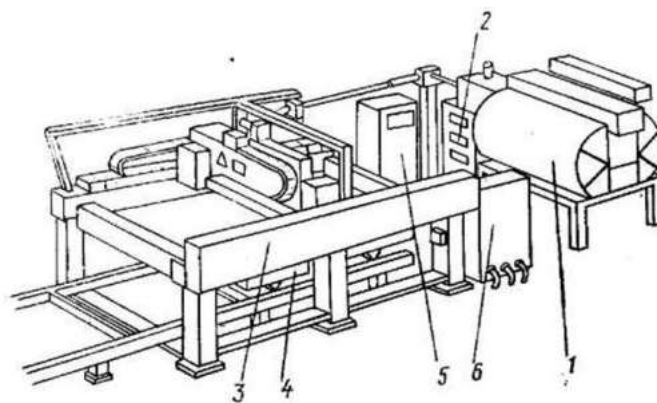


Рисунок 2 – ГПМ для лазерной резки листовых материалов

Проблема автоматизированного изготовления штампов для гибкого листоштамповочного производства – высокая стоимость и трудоемкость процесса. Предложено изготавливать штампы для листовой глубокой вытяжки, формовки и вырубки набором из пластин, вырезка которых по заданному контуру осуществляется лазерным лучом, а пробивка отверстий – набором пуансонов, установленных на револьверной головке прессы. Окончательная рабочая поверхность штампов достигается шлифованием. Для соединения собранных пакетов листовых заготовок используются винты, клей и т.д. Время изготовления слоистого штампа для глубокой вытяжки вырезкой контуров лазерным лучом и пробивкой стальных листовых заготовок толщиной 2 мм на револьверном вырубном прессе, составляет 24 часа.

Особенности изготовления штампов с помощью лазерного луча приведены в таблице 1.

Большими преимуществами лазерной резки являются неограниченная возможность получения любого профиля и возможность одновременно вырезать профили пуансона и матрицы практически без отходов, так как ширина вырезающего луча лазера составляет всего около 0,15 мм.

Таблица 1 – Особенности изготовления штампов с помощью лазерного луча

Револьверный пресс с ЧПУ	Лазерный пресс с ЧПУ	Револьверный пресс с ЧПУ	Лазерный пресс с ЧПУ
Возможность вырубки зависит от твердости материала. Ограничение профилей.	Возможность вырубки не зависит от твердости материала. Неограниченные профили.	Неровная поверхность резки. Профили для пуансона и матрицы вырезаются отдельно.	Гладкая поверхность резки. Профили для пуансона и матрицы вырезаются одновременно.
Наличие заусенцев и искривлений. Низкая скорость вырубки.	Очень малые заусенцы и искривления. Очень большая скорость вырезки.	Точные отверстия, пробитые пуансоном. Отсутствие зоны термического воздействия. Шумный процесс.	Неточные отверстия (из-за шероховатости). Имеется зона термического воздействия. Бесшумный процесс.

Слоистый пуансон для гидроформовки изготовлен с помощью лазерного вырезного прессы типа UL-85 (лазер на CO₂ с осциллятором EVERLASE (M46) с непрерывной мощностью 375 Вт и максимальной скоростью резания 6 м/мин). Для изготовления профилей использован лист толщиной 1,2 мм из мартенситной стали фирмы Nippon Koka с пределом прочности 145 кгс/мм². Профиль вырезали со скоростью 400 мм/мин, используя луч мощностью 110 Вт в импульсном режиме. Время вырезки 200 листовых заготовок для готового пуансона составило 10 ч. Верхняя часть пуансона, состоящая из 50 слоев, собрана склеиванием с помощью нейлонового клея FS-175P фирмы TOA GOSSEI (напряжение сдвига 32,0 МПа). Неровности, связанные со ступенчатой формой краев листовых заготовок, устранены шлифованием и полированием (обработка материалов резанием).

Способ изготовления слоистых штампов лазерной технологией сокращает время изготовления, уменьшает слоистость штампов, дает возможность одновременно получать каналы для охлаждения и кроме того, создает возможность использования композиционных штампов, из разных по прочности и свойствам материалов в соответствии с удельными усилиями.

Лазерная резка применяется для изготовления отверстий как в промежуточных кольцах сопла паровой турбины, выполненных из хромистой нержавеющей стали толщиной 6 мм, в которые вставляются лопатки, так и на поверхности трубных заготовок, применяемых при изготовлении трубопроводов двигателей внутреннего сгорания.

С помощью лазерных технологий изготавливают шаблоны и сепараторы из инструментальной стали. Экономически выгодным оказывается применение лазерной резки при производстве опытных образцов автомобилей, когда требуется изготовление деталей малых серий и большой номенклатуры для изготовления дисковых пил. Ножевые

полотна, вырезанные лазером, реже выходят из строя, имеют более длительный срок службы и больший период времени между заточками по сравнению с полотнами, полученными ОМР [1-4].

Широко используется лазерная резка в судостроении, в химической промышленности (изготовление ножей грануляторов), в производстве самолетов, космических летательных аппаратов (изготовление деталей из титановых сплавов, алюминия), скоростного подвижного состава [12].

Воздействия низкотемпературной высокочастотной плазмой (факельным разрядом) на материалы позволяет формировать отверстия в материале, производить резку и нагрев заготовки. Для повышения качества и производительности горячештамповочного производства в условиях ГПС разработан способ формирования отверстий в материале, основанный на внедрении пуансона в матрицу с предварительным формированием отверстия в материале низкотемпературной плазмой (факельным разрядом ФР) [6-9].

Предварительный нагрев материала заготовок существенно и однозначно изменяют его характеристики прочности и пластичности, и, следовательно, способность к пластической деформации и разрушению. Путем оптимального изменения температуры материала (как металлического, так и диэлектрического) можно не только предотвратить образование трещин снизить усилие, но и улучшить качество, а также повысить производительность технологического процесса. Предложенный способ реализуется с помощью устройства, приведенного на рисунке 3.

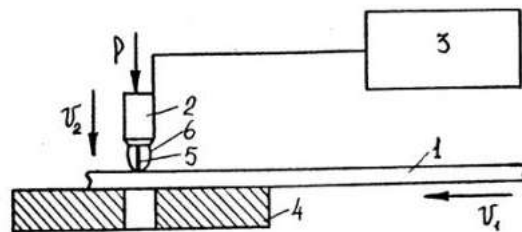


Рисунок 3 – Схема способа формирования отверстий в материале (резка материала)

Материал (металлический или неметаллический) в виде полосы 1, с намеченной координатной сеткой подводится к пуансону 2. Оператор включает высокочастотный генератор 3. Между пуансоном 2 и листовым материалом 1, лежащем на матрице 4, самопроизвольно возникает ФР, имеющий плазменный канал 5 и оболочку 6. Затем пуансон 2 перемещается вертикально вниз относительно матрицы 4 и формирует отверстие.

Рассмотренный способ прост, не требует сложного и дорогостоящего оборудования, повышает производительность, позволяет получать отверстия в любых материалах.

Используя рассмотренный способ формирования отверстий в материале заготовки можно производить резку проката на дозированные по массе (объему) заготовки. Это позволит: повысить качество резки заготовок при требуемой производительности, снизить энерго- и материалоемкость КШМ, создать заготовительные и обрезные гибкие модули или комплексы [1-6, 11-12].

Способ нагрева заготовок перед штамповкой. Для повышения качества нагрева заготовок перед штамповкой, экономии электроэнергии, повышения стойкости штампового инструмента предлагается, нагрев заготовок производить низкотемпературной плазмой в диапазоне частот 6-3000 мГц и мощности 50-250 кВт, а сами заготовки вращать вокруг собственной оси.

Нижний предел частоты разряда 6 мГц выбран в связи с граничной частотой образования ФР. Выбор частоты разряда более 3000 мГц приводит к конструктивному

усложнению устройства и требует дополнительных мер по повышению средств техники безопасности.

В современных КШМ цикл штамповки составляет 5-10 секунд, поэтому с точки зрения производительности процесса штамповки мощность ФР выбирать ниже 50 кВт не имеет смысла. Например, при мощности 50 кВт и частоте разряда от 6 до 2000 мГц время нагрева составляет 7-20 секунд. Превышение мощности разряда более 250 кВт, при частоте от 6 до 3000 мГц, может привести к не «стыковке» производительности прессы и нагревательного устройства, что приведет к пережогу заготовок, их браку.

Предложенный способ реализуется с помощью устройства, приведенного на рисунке 4. Оператор включает высокочастотный генератор 6, механизм подачи и перемещения заготовок (на чертеже не показан), обеспечивающий поступательное и вращательное движение заготовки 1. Заготовка 1 перемещается слева направо. При прохождении заготовки 1 над рабочим инструментом 2 возникает ФР, имеющий плазменный канал 8 и оболочку 7. Тепловая энергия ФР передается заготовке 1. В дальнейшем ФР образуется на рабочих инструментах 3, 4, 5. Зоны (пятна) ФР от каждого инструмента перекрываются. Количество рабочих инструментов выбирается в зависимости от производительности технологического процесса штамповки. После прохождения под всеми рабочими инструментами 2-5 заготовка 1 нагревается до требуемой температуры и поступает в штамп.

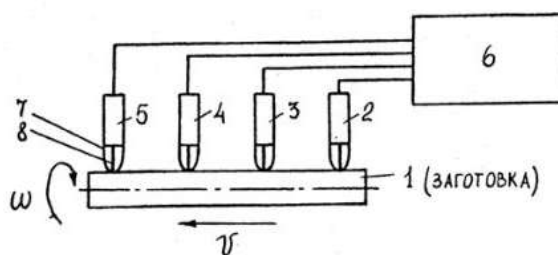


Рисунок 4 – Схема способа нагрева заготовок перед штамповкой низкотемпературной плазмой (факельным разрядом)

При изменении частоты и мощности генератора 6 можно регулировать ширину и длину, а, следовательно, площадь (апертуру) пятна нагрева, что позволяет производить нагрев заготовок с различным диаметром. КПД установки, реализующий способ составляет 30-40%.

Использование предлагаемого способа нагрева заготовок перед штамповкой в качестве основы термического модуля позволит:

1. Снизить потребление электроэнергии за счет более высокого КПД и экономного расхода, так как образование ФР происходит только в момент прохождения заготовки около рабочих инструментов. В случае отсутствия заготовки ФР не образуется и потребление электроэнергии происходит только генератором;
2. Автоматизировать процесс нагрева;
3. Увеличить срок службы штампового инструмента за счет быстрого нагрева, не приводящего к образованию окалины;
4. Нагревать любые материалы с различными электрофизическими свойствами, геометрические размеры заготовок при этом не сказываются на КПД установки и на качестве нагрева.

На рисунках 5-6 представлен скоростной способ нагрева заготовок, в котором нагрев поверхностных слоев заготовки может производиться как индукционным способом, так и низкотемпературной плазмой. Нагрев внутренних слоев осуществляется контактным способом. Время нагрева заготовок до заданной температуры уменьшается. Управление

низкотемпературной плазмой осуществляется с помощью устройства ИРТ-4, а контроль температуры нагрева заготовок перед штамповкой устройствами ИРТ-1, ИРТ-2, ИРТ-3 [3-5].

Устройство ИРТ-4 (рисунки 7-8) предназначено для контроля температуры при обработке материалов низкотемпературной высокочастотной плазмой [2].

Механизм развития ФР представляет собой высокоионизированное пространство с четко выраженным ограниченным каналом разряда и оболочкой. Образование ФР наблюдается в широком диапазоне частот от 6 до 2000 мГц. Высокоионизированное пространство имеет некоторую емкость относительно обрабатываемого материала. Ток, текущий с рабочего инструмента на эту емкость, производит ионизацию воздуха (окружающей технологической среды), и тем самым поддерживает ФР [8-12].

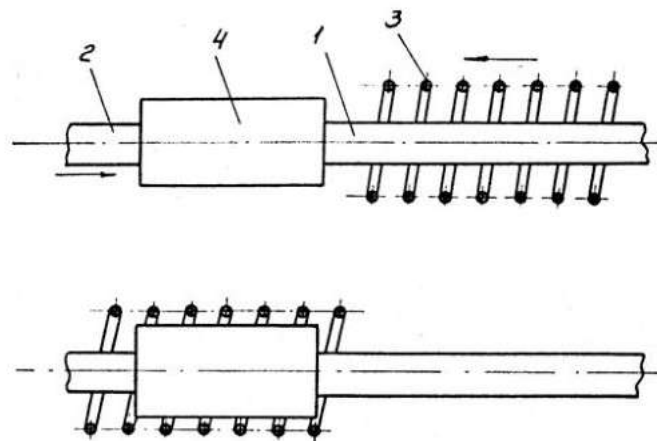
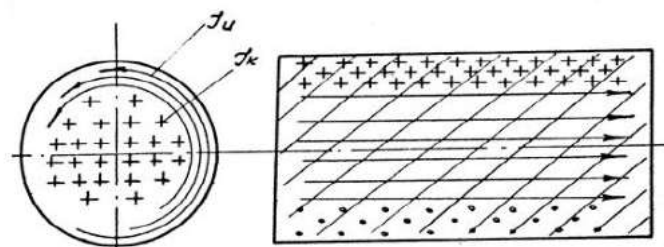
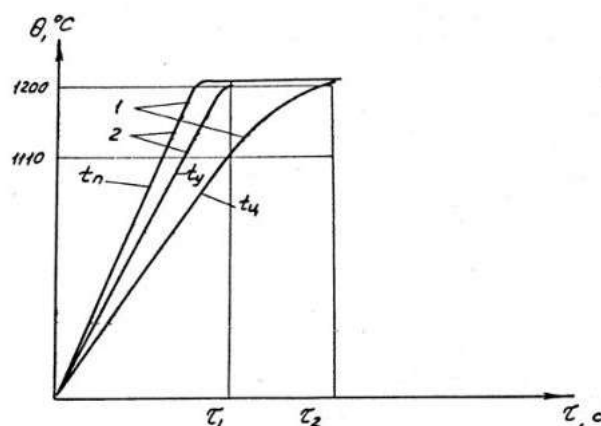


Рисунок 5 – Схема скоростного нагрева заготовок перед штамповкой:

а) исходное положение элементов устройства; б) режим нагрева; 1,2 – механизмы крепления заготовки; 3 – подвижный индуктор; 4 – заготовка.



а)



б)

Рисунок 6 – Схема скоростного нагрева заготовок перед штамповкой:

а) схема направления тока при прохождении центральных слоев и поверхности заготовки; б) время нагрева заготовок до заданной температуры.

Температура ФР составляет в зоне плазменного канала 3000-4000 °C. Изменение генерации от 12,4 мГц до 100 мГц приводит к изменению температуры в 1000 °C. С целью повышения температуры до 10000 °C через рабочий инструмент пропускают активный газ, например, кислород, который одновременно осуществляет охлаждение рабочего инструмента и световодов.

Так как все материалы имеют различную температуру плавления (испарения), температуропроводность и т.д., а также с точки зрения оптимизации технологического процесса обработки, необходимо вести контроль и регулирование температуры факельного разряда при обработке материалов.

Рабочий инструмент является неотъемлемой частью устройства ИРТ-4 в связи с тем, что в нем размещен световод, служащий для передачи излучения от ФР до фотоприемника и исключающий (световод) влияние высокой температуры факельного разряда на параметры фотоприемника. Как показали испытания устройства, по а.с. № 801931 на Куйбышевском заводе клапанов, автозаводе «ЗИЛ» размещение датчика температуры в корпус, выполненный в виде двух концентрично расположенных полых цилиндров и расположенного между ними охлаждающего агента не обеспечивает временную температурную стабилизацию фотонного датчика в течение 24 час. непрерывной работы.

Устройство ИРТ-4 содержит дифференциальный датчик температуры (рисунок 7), состоящий из дифференциального фотоприемника 1 и двух световодных каналов 2, 3 посредством которых, входы дифференциального фотоприемника 1 соединены оптически с поворачивочной лампой 4 и нагревателем 5 (с их излучениями). Выход дифференциального фотоприемника 1 соединен с блоком управления 6 током поворачивочной лампы 4, выход которого соединен с поворачивочной лампой 4, цифровым индикатором 7 и входом блока сравнения 8, другой вход которого соединен с датчиком температуры 9, соединенным с источником стабилизированного напряжения 10. Выход блока сравнения 8 соединен через усилитель II с системой управления нагревателя, состоящего из блока 12 управления генератора разряда нагревателя, датчика 13 режимов работы генератора и генератора 14, выход которого соединен с нагревателем 5, внутри которого расположены с зазором сапфировый световод 15 и кварцевый световод 16. Корпус нагревателя (рисунок 7) выполнен в виде полого цилиндра 17, внутри которого при помощи ввинчивающихся круглых перегородок 18, 19 и завинчивающейся крышки 20 закреплены сапфировый световод 15 и кварцевый 16 световоды. По оси крышки 20 расположен оптический разъем 21 для соединения светового кабеля 22 с нагревателем 8.

По металлической оболочке световодного кабеля 22 на нагреватель 5 подается напряжение от генератора 14 для создания разряда, взаимодействующего с обрабатываемым материалом 23. На крышке 20 и перегородках 18, 19 имеются отверстия для крепления и подачи кислорода в зону разряда. Кислород используется для охлаждения нагревателя 5 и световодов 15, 16.

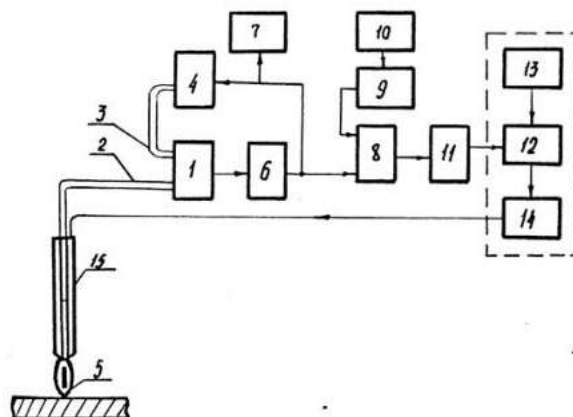


Рисунок 7 – Структурная схема устройства контроля температуры ИРТ-4

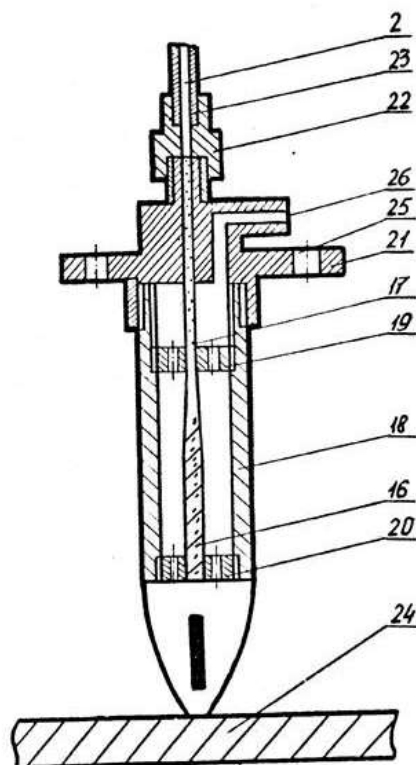


Рисунок 8 – Конструкция рабочего инструмента устройства контроля температуры ИРТ-4

Устройство работает следующим образом. С помощью датчика температуры 9 оператор устанавливает необходимую для данного материала и способа обработки температуру разряда. При этом интенсивность излучения разряда приблизительно соответствует требуемой температуре. Излучение разряда через сапфировый световод 15, кварцевый световод 16 подается на один из входов дифференциального фотоприемника 1, на другой вход которого подается излучение поверочной лампы 4.

При отличии интенсивности излучения поверочной лампы 4 от интенсивности излучения разряда, на выходе дифференциального фотоприемника 1 появляется электрический сигнал, пропорциональный разности интенсивностей излучения, управляющий через блок управления 6 током поверочной лампы 4, до тех пор, пока интенсивности излучений поверочной лампы 4 и разряда не убудут одинаковыми [8].

Цифровой индикатор 7 измеряет ток поверочной лампы 4. В блоке сравнения 8 сравниваются напряжения с датчика температуры 9 и напряжение пропорциональное току поверочной лампы 4. При наличии разницы этих напряжений на выходе блока сравнения 8 появляется управляющий сигнал, изменяющий режим работы генератора 14 и изменяющий тем самым температуру разряда до тех пор, пока она не будет соответствовать установленной в датчике температуры 9. Точность измерений повышается за счет измерения тока эталонной поверочной лампы 4, управляемого разностью излучений разряда и поверочной лампы 4. Применение дифференциального фотоприемника I, работающего с близкими по амплитуде входными сигналами позволяет уменьшить влияние измерения параметров фотоприемника 1 от дестабилизирующих факторов (температуры, излучений электрических и магнитных полей), что повышает точность и стабильность измерения и регулирования температуры.

Рассмотренные новые способы и устройства обработки материала заготовок (деталей) низкотемпературной высокочастотной плазмой (факельным разрядом) являются перспективным направлением по созданию на их основе ГПМ и комплексов для автоматизированного производства в XXI веке.

Литература

1. Перевертов В.П. Технологии конструкционных материалов. – Ч.2. Лазерные технологии. – Самара: СамГУПС, 2013. – 115 с.
2. Перевертов В.П., Бочаров Ю.А., Маркушин Е.М. Управление кузнечными машинами в ГПС. – Куйбышев: кн. изд-во, 1987. – 160 с.
3. Laser complex. Электронный ресурс. Режим доступа <http://www.lasercomp.ru>.
4. Перевертов В.П., Андрончев И.К., Мусаева Г.С., Абулкасимов М.М. Управление в «умных» железнодорожных транспортных системах // Промышленный транспорт Казахстана. – 2019. – №4 (65). – С. 59-67.
5. Перевертов В.П., Абулкасимов М.М., Акаева М.М. Алгоритм принятия решений при формообразовании деталей в «умных» производственных системах» // Промышленный транспорт Казахстана. – 2020. – №1 (66). – С. 54-63.
6. А.с. №1402383 Способ нагрева заготовок перед штамповкой. / В.П. Перевертов, Ю.А. Бочаров, Н.Е. Конюхов и др. // Открытия. Изобретения. – 1988. – №22.
7. А.с. №1303207 Устройство для контроля температуры при обработке материалов / В.П. Перевертов, Ю.А. Бочаров, А.П. Андреев и др. // Открытия. Изобретения. – 1987. – №14.
8. А.с. №801931 Устройство контроля температуры нагрева заготовок перед штамповкой / В.П. Перевертов, А.В. Сафонов и др. // Открытия. Изобретения. – 1981. – №5.
9. А.с. №1300439 Устройство контроля температуры нагрева заготовок перед штамповкой / В.П. Перевертов, Ю.А. Бочаров и др. // Открытия. Изобретения. – 1987. – №12.
10. А.с. №1323152 Устройство контроля температуры нагрева заготовок перед штамповкой / В.П. Перевертов, Ю.А. Бочаров и др. // Открытия. Изобретения. – 1987. – №26.
11. Перевертов В.П. Качество управления гибкими технологиями: монография. – Самара: СамГУПС, 2019. – 270 с.

12. Перевертов В.П. Диагностика и управление кузнечными машинами в гибких производственных системах: монография. – Самара: СамГУПС, 2021. – 291 с.

References

1. Perevertov V.P. Technologies of structural materials. – Part 2. Laser technologies. – Samara: SamGUPS, 2013. – 115 p.
2. Perevertov V.P., Bocharov Yu.A., Markushin E.M. Management of forging machines in GPS. – Kuibyshev: Publishing house, 1987. – 160 p.
3. Laser complexes. Electronic resource. Access mode [http:// www.lasercomp.ru](http://www.lasercomp.ru).
4. Perevertov V.P., Andronchev I.K., Musayeva G.S., Abulkasimov M.M. Management in "smart" railway transport systems. // Industrial transport of Kazakhstan. – 2019. – No.4 (65). – pp. 59-67.
5. Perevertov V.P., Abulkasimov M.M., Akayeva M.M. Decision-making algorithm for forming parts in "smart production systems". // Industrial transport of Kazakhstan. – 2020. – No.1 (66). – pp. 54-63.
6. A.s. No.1402383 Method of heating blanks before stamping. / V.P. Perevertov, Yu.A. Bocharov, N.E. Konyukhov, etc. // Discoveries. Inventions. – 1988. – No.22.
7. A.s. No.1303207 Device for temperature control during processing of materials / V.P. Perevertov, Yu.A. Bocharov, A.P. Andreev et al. // Discoveries. Inventions. – 1987. – No.14.
8. A.s. No.801931 Device for controlling the heating temperature of workpieces before shtam-povka. / V.P. Perevertov, A.V. Safonov et al. // Discoveries. Inventions. – 1981. – No.5.
9. A.s. No.1300439 Device for controlling the heating temperature of workpieces before shtam-povka / V.P. Perevertov, Yu.A. Bocharov et al. // Otkritie. Inventions. – 1987. – No.12.
10. A.s. No.1323152 Device for controlling the heating temperature of workpieces before stamping / V.P. Perevertov, Yu.A. Bocharov et al. // Otkritie. Inventions. – 1987. – No.26.
11. Perevertov V.P. Quality of management of flexible technologies: monograph. – Samara: SamUPS, 2019. – 270 p.
12. Perevertov V.P. Diagnostics and control of forging machines in flexible production systems: monograph. – Samara: SamGUPS, 2021. – 291 p.

ЖДАНОВ А.Г. – т.ғ.д., доцент (Ресей Федерациясы, Самара қ., Самара мемлекеттік қатынас жолдары университеті)

ПЕРЕВЕРТОВ В.П. – т.ғ.к., доцент (Ресей Федерациясы, Самара қ., Самара мемлекеттік қатынас жолдары университеті)

ӘБІЛҚАСЫМОВ М.М. – аға оқытушы (Ресей Федерациясы, Мәскеу қ., Н.Э. Бауман ат. Мәскеу мемлекеттік техникалық университеті)

АКАЕВА М.О. – т.ғ.к., аға оқытушы (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

РЕСЕЙ ТЕМІР ЖОЛДАРЫ ЖАҒДАЙЫНДА КОНЦЕНТРАЦИЯЛАНҒАН ЭНЕРГИЯ АҒЫНЫМЕН МАТЕРИАЛДАРДЫ ӨНДЕУДІҢ ГИБРИДТІ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ

Аңдатпа

Мақала материалдарды шоғырланған энергия ағынымен өңдеуде инновациялық технологияларды қолдану мәселесіне арналған. Ұсынылуы және егжей-тегжейлі қарастырылғаны: материалдағы тесіктерді қалыптастыру әдісі (материалды кесу), төмен температуралы плазманы штамптау алдында дайындамаларды қыздыру әдісі

(алау разряды), штамптау алдында дайындамаларды жылдам қыздыру әдісі және оны жүзеге асыратын құрылғы.

Түйінді сөздер: материалдар, термиялық және механикалық өңдеу, лазерлік және плазмалық технологиялар, сапасы мен сенімділігі, бақылау және диагностика.

ZHDANOV A.G. – d.t.s., assoc. professor (Russian Federation, Samara, Samara state university of railway engineering)

PEREVERTOV V.P. – c.t.s., assoc. professor (Russian Federation, Samara state university of railway engineering, Samara)

ABULKASIMOV M.M. – senior lecturer (Russian Federation, Moscow, Bauman Moscow state technical university)

AKAYEVA M.O. – c.t.s., senior lecturer (Almaty, Kazakh university ways of communications)

HYBRID TECHNOLOGIES FOR PROCESSING MATERIALS WITH CONCENTRATED ENERGY FLOW IN THE CONDITIONS OF RUSSIAN RAILWAYS

Abstract

The article is devoted to the application of innovative technologies in the processing of materials with a concentrated flow of energy. The following methods are proposed and considered in detail: a method for forming holes in the material (cutting the material), a method for heating preparations before stamping with low-temperature plasma (flare discharge), a method for high-speed heating of workpieces before stamping and a device for its implementation.

Keywords: materials, thermal and mechanical processing, laser and plasma technologies, quality and reliability, control and diagnostics.

УДК 338

СПАНКУЛОВА Л.С. – д.э.н., доцент, ГНС (г. Алматы, Казахский Национальный университет им. аль-Фараби)

КЕРИМБАЕВ Р.К. – к.ф.-м.н., ст. преподаватель, СНС (г. Алматы, Казахский Национальный университет им. аль-Фараби)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ ФУНКЦИИ ПОЛЕЗНОСТИ НА ОСНОВЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЭРРОУ - ПРАТТА: ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД

Аннотация

В статье изучена задача определения некоторых свойств функций полезности с использованием геометрической интерпретаций значения коэффициента Эрроу - Пратта. В частности, раскрыты геометрические свойства коэффициента Эрроу - Пратта, которая определяет расстояние от начала координат до прямой параллельной к касательной прямой в точке, где вычисляется этот коэффициент. Предполагается,

что значение функций полезности положительно, а область определения – действительная прямая. Следовательно, возрастание и убывание значения коэффициента определяет выпуклость или вогнутость функции полезности. С возрастанием значения коэффициента Эрроу - Пратта касательная прямая удаляется от начала координат. Этот процесс описывает выпуклость функций полезности. Наш подход, заключается в том, что с помощью касательной прямой и прямой параллельной к касательной со свободным членом, связанный с дисперсией переменных и коэффициентом Эрроу – Пратта, мы определяем поведения функции полезности: монотонность, выпуклость. Приведены двадцать четыре различных варианта расположения этих прямых относительно начала координат, которые разделены на четыре группы, в зависимости от знаков первой и второй производной функций полезности в точке, где проходит касательная прямая.

Ключевые слова: коэффициент Эрроу - Пратта, модель ожидаемой полезности, функция полезности, гессиан, якобиан.

Введение.

В основополагающей работе (Schoemaker, 1982) предложены девять вариантов моделей ожидаемой полезности, которые моделируют функцию полезности. При этом график функции полезности рассматривается в пространстве R^2 , где R – поле действительных чисел. Дело в том, что поле действительных чисел обладает алгебраическими и геометрическими свойствами (например, непрерывность, разложимость многочленов до квадратичности, упорядоченность и т.д.).

Эти модели изучались в ряде последующих работ (Коровин, 2005). Однако в каждой из них рассматривается одномерный случай. Гипотеза ожидаемой полезности является основополагающей для понимания поведения индивида в условиях неопределенности. Функция полезности должна быть возрастающей и вогнутой. Мера абсолютного неприятия риска по Эрроу - Пратта должна снижаться с богатством и отражать свойства ожидаемой полезности: предпочтения, выраженные линейной или экспоненциальной функцией, не зависящие от изменений богатства индивида.

Для изучения экономического поведения людей используется функция полезности, которая является аналогом математического ожидания в математической статистике. В большинстве случаев нахождение функции полезности является сложной задачей. Ниже мы выделим некоторые свойства функций полезности, исходя из коэффициента Эрроу - Пратта. Коэффициент Эрроу - Пратта является локальным свойством функций полезности.

Экономические процессы невозможно описать только одной функцией полезности. В разных случаях в качестве функций полезности могут быть рассмотрены различные модели ожидаемой полезности. Чтобы показать сложность ситуации, мы приведем три примера.

1. Изображение луны на поверхности воды. Если поверхность озера тихая, то изображение луны на поверхности воды будет точной копией луны на небе. А когда на поверхности озера расходятся волны, изображение луны в воде рассеивается. Тихую поверхность озера можно рассматривать как плоскость, а ее приливную поверхность трудно назвать плоскостью. Отсюда не следует думать, что линейная модель – лучшая модель, поскольку мы изображаем только плоскую проекцию луны на поверхность воды.

2. Найти нужный ключ. Предположим, на кольце в виде окружности расположены два ключа. Они имеют одинаковые внешние формы, но различную секретность. Человек не может отличить секретность. Тогда как бы ни располагались ключи, вы не сразу найдете нужный вам ключ. Если на кольце расположены три одинаковых ключа, вы можете разместить ключи так, чтобы найти нужный. Например, если вы положите один ключ вправо, а два других влево, вы сразу же найдете нужный ключ. А теперь как решить

проблему с двумя ключами? Для этого вы вводите в кольцо любой третий ключ. Тогда по упорядоченному расположению сразу найдется нужный ключ.

3. Отношения порядка. Одно из свойств функций полезности основано на отношении порядка. Известно, что в любое непустое множество может быть вполне упорядочено (Ершов и Палютин, 2011). Здесь вполне упорядоченность означает: во-первых, множество линейно упорядочено, и во-вторых, по этому порядку любое подмножество множества имеет минимальный элемент. Этот принцип является основой принципа математической индукции. При этом мы должны определить не только упорядоченное множество, но и какие-либо операции на множестве. Например, операций сложения и умножения. Тогда, заданное порядковое отношение должно быть согласовано с этими операциями. Например, если в поле действительных чисел $a \leq b$ и $c > 0$, то $a \cdot c \leq b \cdot c$ и $a + c \leq b + c$ для любого c . К сожалению, поле комплексных чисел и конечные поля не имеют отношения порядка. А значение функций полезности будет соответствовать какому-то полю. По этой причине значение функций полезности принимается соответствующим полю действительных чисел, поскольку поле действительных чисел является упорядоченным полем. Эти результаты все еще недостаточно общие (подробности ниже) и требуют дальнейшей разработки.

Обзор литературы.

Теория отношения к риску, впервые появляется в работе (Фридмен и Сэвидж, 1993), где излагаются два типа отношения людей к риску: предпочтение риска и неприятие риска.

Кеннет Эрроу (Arrow, 1971) и Джон Пратт (Pratt, 1964) предложили использовать в качестве меры неприятия риска отношение второй производной функции полезности $u(x)$ к первой, взятое с отрицательным знаком: $-u''(x)/u'(x)$, где $u = u(x)$ – функция, отражающая зависимость общей полезности от количеств потребляемых благ. Вогнутая функция полезности характеризует неприятие риска, пропорциональное степени вогнутости функции. Эта мера является инвариантной относительно линейных преобразований, и имеет постоянное значение для линейных и экспоненциальных функций полезности.

Schoemaker (Schoemaker, 1982) подробно исследовал функцию полезности, зависящую от одной переменной. Существует также функция полезности, которая зависит от множества переменных, например, функция Кобба-Дугласа.

Проведенный анализ (Коровин, 2005) показал, что функции полезности формулируются следующим образом:

1. $u(x) = Ax^\alpha$, $0 < \alpha < 1$, $r_\alpha(x) = \frac{1-\alpha}{x}$;
2. $u(x) = 1 - e^{-\alpha x}$, $\alpha > 0$, $r_\alpha(x) = \alpha$;
3. $u(x) = \log_\alpha(x+1)$, $\alpha > 0$, $\alpha \neq 1$, $r_\alpha(x) = \frac{1}{x+1}$;
4. $u(x) = ax - bx^2$, $a, b > 0$, $x \in [0, \frac{a}{2b}]$, $r_\alpha(x) = \frac{2b}{a-2bx}$,

где $r_\alpha(x)$ – коэффициент Эрроу-Пратта и рассчитывается по формуле $r_\alpha(x) = \frac{-u''(x)}{u'(x)}$

1. Функция полезности от одной переменной.

Для исследования функций полезности $u(x)$ введем переменную y и рассмотрим уравнение $y = u(x)$. Проведем касательную прямую к этому уравнению в точке (x_0, y_0) . Обозначим переменные в уравнении касательной прямой большими латинскими буквами. Получим общее уравнение касательной прямой

$$Y - y_0 = u'(x_0)(X - x_0)$$

или

$$u'(x_0)X - Y = u'(x_0)x_0 - y_0 \quad (1)$$

Если математическое ожидание переменной x равно нулю, т.е.

$$E(x) = \sum_{i=1}^n x_i p_i = 0,$$

то математическое ожидание функции x^2 равно дисперсии, т.е.

$$\delta^2 = E(x^2).$$

Отсюда, разложив $u(x_0 - x)$ в ряд Тейлора с точностью до x_0^2 , и приравнявая его к $E(u(x_0 + x)) = E\left(u(x_0) + u'(x_0)x + \frac{1}{2}u''(x_0)x^2\right) \approx u(x_0) + \frac{1}{2}u''(x_0)\delta^2 - xu'(x_0) = \frac{1}{2}\delta^2 u''(x_0)$. Тогда получим коэффициент $x = \frac{-u''(x_0)\delta^2}{2u'(x_0)}$ Эрроу - Пратта. Если это же равенство рассматривать как уравнение относительно x , то правая часть является расстоянием от начала координат до прямой определенной этим уравнением.

Теперь в уравнении $xu'(x_0) = \frac{1}{2}\delta^2 u''(x_0)$ переменную x переобозначим в X , а выражение $Xu'(x_0) + \frac{1}{2}\delta^2 u''(x_0) = Y$ обозначим Y , получим уравнение прямой в точке x_0

$$Xu'(x_0) - Y = -\frac{1}{2}\delta^2 u''(x_0) \quad (2)$$

Прямая (2) параллельна касательной прямой (1). Теперь вычислим расстояние от прямой $u'(x_0)X - Y + \frac{1}{2}\delta^2 u''(x_0) = 0$ до начала координат: $S = \frac{\delta^2 |u''(x_0)|}{2\sqrt{1 + u''(x_0)^2}}$.

Далее, находим связь между величиной S и коэффициентом $r_3(x_0)$ Эрроу - Пратта:

$$S = \left| \frac{-u''(x_0)}{u'(x_0)} \right| \cdot \frac{\delta^2}{2\sqrt{1 + \frac{1}{u'(x_0)^2}}}$$

Если величина S не зависит от значения x_0 , то касательная к кривой $y = u(x)$ во всех точках лежит на одинаковом расстоянии от начала координат. Это может быть прямая и окружность, центр которой находится в начале координат. Поскольку окружность не является функцией, тогда функция полезности $u(x)$ может быть только дугой окружности. Таким образом, если $S(x_0) = \text{const}$, то $u(x) = a + bx$, $a, b > 0$ или $u(x) = \sqrt{r^2 - x^2}$, $0 \leq x \leq r = S$.

В первом случае $r_3(x)=0$. Во втором случае $r_3(x)=\frac{-r^2}{\sqrt{1+u'}}$. Т.е. $r_3(x)=\frac{-S^2}{\sqrt{1+u'}}$. А если $r_3(x)=const$, то $u(x)=1-e^{-\alpha x}$, $\alpha \geq 0$ и $r_3(x)=\infty$. При этом если $r_3(x)=0$, то функция $u(x)$

линейна. Следовательно, величина $\frac{\delta^2}{2\sqrt{1+\frac{1}{u'}}$ также важна.

Предположим, что функция $S(x_0)=\frac{-u''(x_0)}{u'(x_0)} \frac{\delta^2}{2\sqrt{1+\frac{1}{u'}}}$ монотонна относительно x_0

.

В зависимости от знака свободного члена уравнения $u'(x_0)X - Y + \frac{1}{2}\delta^2 u''(x_0) = 0$ функция полезности $u(x)$ будет выпуклая или вогнутая. Если $u''(x_0) > 0$ то функция $u(x)$ вогнутая, если $u''(x_0) < 0$, то функция $u(x)$ выпуклая. Нам нужно, чтобы $u''(x_0)$ был отрицательным. Но, здесь будет несколько случаев, поскольку величина $u'(x_0)$ также присутствует.

В зависимости от значения коэффициентов в уравнении прямых (1), (2) и коэффициента Эрроу - Пратта получаются следующие скалярные величины:

$$\rho(x_0) = \frac{|u'(x_0)x_0 - y_0|}{\sqrt{1+u'}}$$

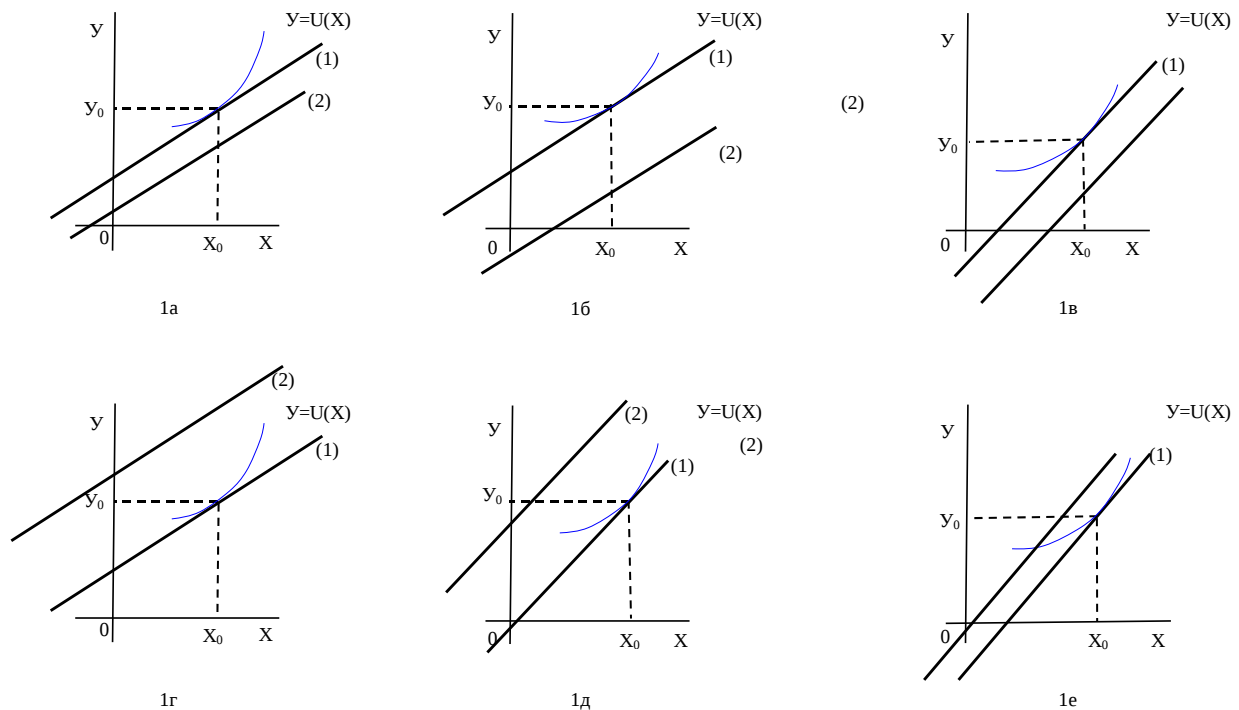
$$S(x_0) = \frac{\delta^2 |u''(x_0)|}{2\sqrt{1+u'}}$$

$$r_3(x_0) = \frac{-u''(x_0)}{u'(x_0)},$$

где $\rho(x_0)$ и $S(x_0)$ расстояния от начала координат до прямой (1) и (2) соответственно.

1. $u'(x_0) > 0, u''(x_0) > 0$. Как видно из этих условий, функция полезности $y=u(x)$ в точке x_0 возрастающая и вогнутая, а коэффициент $r_3(x_0) < 0$.

На рисунках 1-6 показаны все возможные случаи расположения касательной прямой (1), прямой связанной с коэффициентом Эрроу - Пратта (2) относительно начала координат. Суть графиков в следующем: как показано на рисунках 1а и 1г с возрастанием значения аргумента расстояния от начала координат до прямых (1) и (2) уменьшается, так как функция полезности возрастающая и вогнутая. На рисунке 1б расстояние от начала координат до прямой (1) уменьшается, а расстояние от начала координат до прямой (2) увеличивается, что связано с возрастанием значения аргумента. А на рисунке 1д наоборот, расстояние от начала координат до прямой (1) увеличивается, а расстояние от начала координат до прямой (2) уменьшается. На рисунках 1в и 1е, расстояние от начала координат до прямых (1) и (2) одновременно увеличивается.



Рисунки 1-6 – Расположение касательной прямой (1), прямой с коэффициентом Эрроу - Пратта (2) относительно начала координат (случай, когда функция полезности возрастающая и вогнутая)

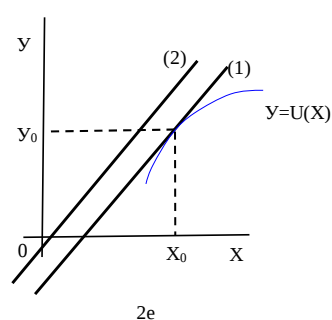
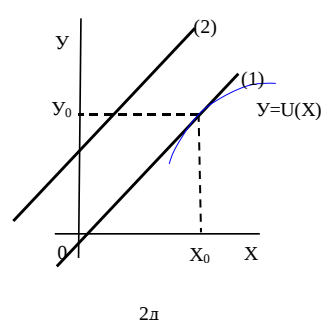
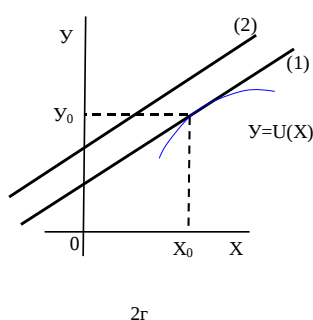
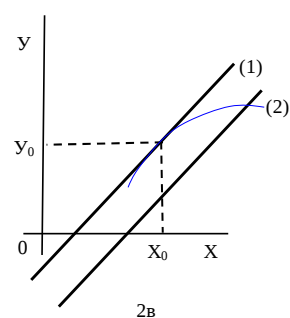
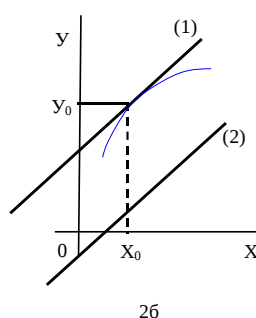
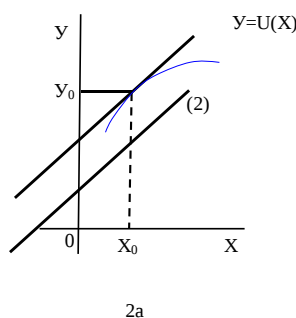
2. $u'(x_0) > 0, u''(x_0) < 0$. В этом случае функция полезности $y = u(x)$ становится возрастающей и выпуклой, $r_3(x_0) > 0$.

Рассмотрим следующие шесть случаев (рисунки 7-12).

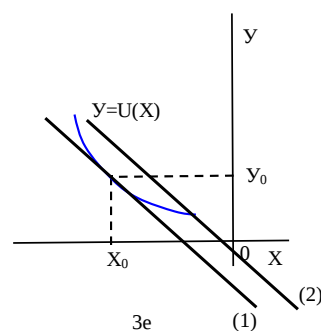
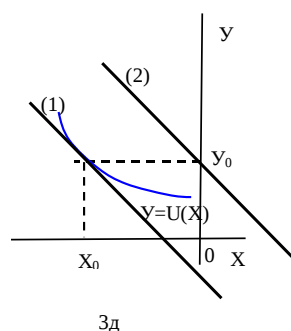
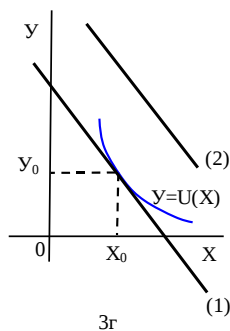
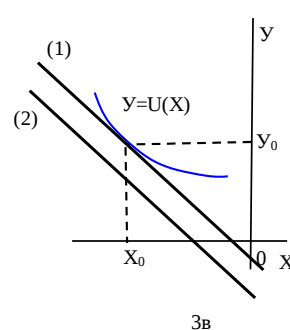
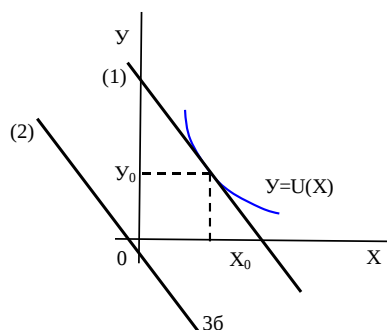
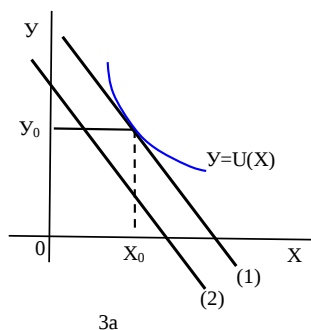
Суть графиков 2а и 2г на рисунках 7-12, в следующем: с возрастанием значения аргумента расстояния от начала координат до прямых (1) и (2) увеличивается, так как функция полезности, возрастающая и выпуклая. На рисунке 2б расстояния от начала координат до прямой (1) увеличивается, а расстояние от начала координат до прямой (2) уменьшается, что связано с возрастанием значения аргумента. А на рисунке 2д наоборот, расстояние от начала координат до прямой (1) уменьшается, а расстояние от начала координат до прямой (2) увеличивается. На рисунках 2в и 2е, расстояние от начала координат до прямых (1) и (2) одновременно уменьшается.

3. $u'(x_0) < 0, u''(x_0) > 0$. В этом случае функция полезности $y = u(x)$ является убывающая и вогнутая, а $r_3(x_0) > 0$.

Суть графиков 3а и 3г на рисунках 13-18, в следующем: с возрастанием значения аргумента расстояния от начала координат до прямых (1) и (2) уменьшается, так как функция полезности, убывающая и вогнутая. На рисунке 3б расстояние от начала координат до прямой (1) уменьшается, а расстояние от начала координат до прямой (2) увеличивается, что связано с возрастанием значения аргумента. А на рисунке 3д наоборот, расстояние от начала координат до прямой (1) уменьшается, а расстояние от начала координат до прямой (2) увеличивается. На рисунках 3в и 3е, расстояние от начала координат до прямых (1) и (2) одновременно уменьшается.



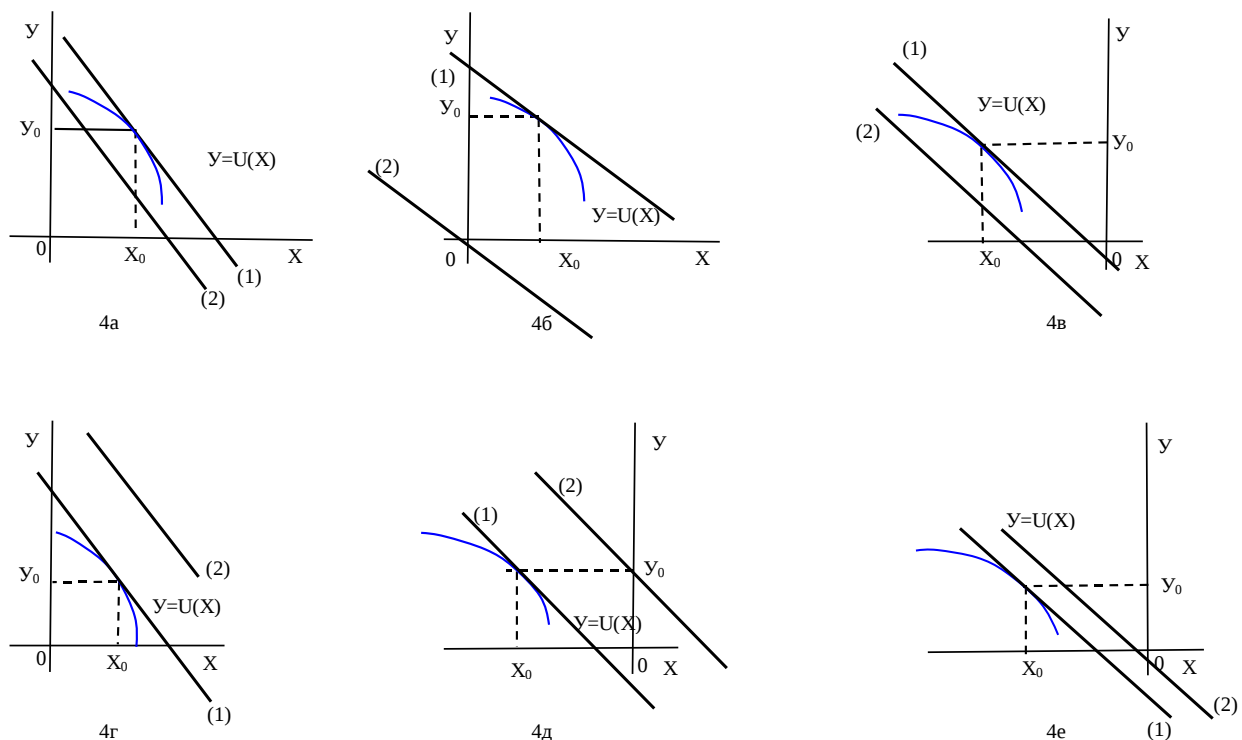
Рисунки 7-12 – Расположение касательной прямой (1), прямой связанной с коэффициентом Эрроу - Пратта (2) относительно начала координат (случай, когда функция полезности возрастающая и выпуклая)



Рисунки 13-18 – Расположение касательной прямой (1), прямой связанной с коэффициентом Эрроу - Пратта (2) относительно начала координат (случай, когда функция полезности убывающая и вогнутая)

4. $u'(x_0) < 0, u''(x_0) < 0$. В этом случае функция полезности $y = u(x)$ становится убывающей и выпуклой, а $r_s(x_0) < 0$.

Суть графиков в следующем: как показано на рисунках 4а и 4г с возрастанием значения аргумента расстояния от начала координат до прямых (1) и (2) уменьшается, так как функция полезности возрастающая и выпуклая. На рисунке 4б расстояния от начала координат до прямой (1) уменьшается, а расстояния от начала координат до прямой (2) увеличивается, что связано с возрастанием значения аргумента. А на рисунке 4д наоборот, расстояния от начала координат до прямой (1) увеличивается, а расстояния от начала координат до прямой (2) уменьшается. На рисунках 4в и 4е, расстояния от начала координат до прямых (1) и (2) одновременно увеличивается.



Рисунки 19-24 – Расположение касательной прямой (1), прямой связанной с коэффициентом Эрроу - Пратта (2) относительно начала координат (случай, когда функция полезности, убывающая и выпуклая)

Таким образом, в зависимости от расположения прямых (1), (2) относительно начала координат имеем двадцать четыре случая. Эти графики позволяют, не зная вид функции полезности $y = u(x)$ по прямым (1), (2), моделировать функцию полезности $y = u(x)$. Здесь значение величин $S(x_0)$, $\rho(x_0)$ и $r_s(x_0)$ зависят от координаты точки x_0 .

2. Одна функция полезности с несколькими переменными

Пусть $u(x_1, x_2, \dots, x_n)$ – функция полезности, зависящая от n переменных. Здесь нет необходимости вводить дополнительную переменную. В точке $x_0 = (x_1^0, x_2^0, \dots, x_n^0)$ функцию полезности разложим в ряд Тейлора.

$$u(x_0 - x) \approx u(x_0) - (x_1, x_2, \dots, x_n) u'(x_0) = u(x_0) - (x_1 u_{x_1}(x_0) + x_2 u_{x_2}(x_0) + \dots + x_n u_{x_n}(x_0))$$

Далее, разложив функцию $u(x_0+x)$ в ряд Тейлора вычислим математическое ожидание $E(u(x_0+x))$ при $E(x)=0$, Тогда

$$E(u(x_0+x)) \approx E(u(x_0) + xu'(x_0) + \frac{1}{2}xu''(x_0)x^t) = u(x_0) + \frac{1}{2} \sum_{1 \leq i, j \leq n} u_{x_i x_j}(x_0) E(x_i x_j),$$

где x – строка, x^t – столбец, $u'(x_0)$ – столбец, $u''(x_0)$ – матрица. Приравнявая $u(x_0-x) = E(u(x_0+x))$ получим равенство $xu'(x_0) = \frac{-1}{2} \sum_{1 \leq i, j \leq n} u_{x_i x_j} E(x_i x_j)$. Тогда искомый вектор $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ удовлетворяет гиперплоскость $u_{x_1}(x_0)x_1 + u_{x_2}(x_0)x_2 + \dots + u_{x_n}(x_0)x_n = \frac{-1}{2} \sum u_{x_i x_j} E(x_i x_j)$. При этом, вектор x находится не единственным образом. Отсюда получим коэффициент

$$S(x_1^0, x_2^0, \dots, x_n^0) = \frac{1 - \sum_{1 \leq i, j \leq n} u_{x_i x_j} E(x_i x_j)}{\sqrt{U_{x_1}}}$$

Его геометрический смысл – расстояние от начала координат до гиперплоскости. Выражение $\sum_{1 \leq i, j \leq n} u_{x_i x_j} E(x_i x_j)$ будет скалярным произведением матрицы $u''(x) = (u_{x_i x_j}(x))$ и матрицы $E = (E(x_i x_j))$, $1 \leq i, j \leq n$. В качестве многомерного аналога коэффициента $r_\varepsilon(x_1, x_2, \dots, x_n)$ Эрроу - Пратта получим следующую величину (3).

$$r_\varepsilon(x_1^0, x_2^0, \dots, x_n^0) = \frac{-\det(u''(x_0))}{\|grad u(x_0)\|} \quad (3)$$

Теперь предположим, что для любой точки x_0 имеет место.

$$\|grad u(x_0)\| = \sqrt{u_{x_1}}$$

Принимая в этом равенстве в качестве переменных координаты точки $x_0 = (x_1^0, x_2^0, \dots, x_n^0)$, то получим следующее равенство, где $x_0 = (x_1^0, x_2^0, \dots, x_n^0)$ – любое.

$$\begin{pmatrix} u_{x_1 x_1}(x_0) & \dots & u_{x_1 x_n}(x_0) \\ \dots & \dots & \dots \\ u_{x_n x_1}(x_0) & \dots & u_{x_n x_n}(x_0) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_{x_1}(x_0) \\ \dots \\ u_{x_n}(x_0) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ \dots \\ 0 \end{pmatrix}$$

То есть $\det(u''(x_0)) = 0$. Значит $r_\varepsilon(x_1^0, x_2^0, \dots, x_n^0) = 0$. В этом случае $u(x_1, \dots, x_n)$ функция полезности будет гиперплоскость, т.е. $u(x) = u_1 x_1 + u_2 x_2 + \dots + u_n x_n + c$. Следовательно, формула (3) для коэффициента Эрроу - Пратта в многомерном случае имеет такое же свойство, как и в одномерном.

3. Функций полезности с несколькими переменными

Во втором параграфе $x=(x_1, \dots, x_n)$ не найден однозначно. Мы ограничиваемся случаем с двумя переменными и двумя функциями полезности. То есть, пусть $x=(x_1, x_2)$, а $u(x)=(u_1(x), u_2(x))$. Теперь разложив функции $u_1(x_0-x)$ и $u_2(x_0-x)$ в ряд Тейлора, до точности $x_i x_j$, $i=1,2$; $j=1,2$, получим:

$$\begin{aligned} u_1(x_0-x) &\cong u_1(x_0) - (x_1, x_2) \dot{u}_1 \\ u_2(x_0-x) &\cong u_2(x_0) - (x_1, x_2) \dot{u}_2 \end{aligned}$$

Определив, что математическое ожидание $E(x)$ вектора $x=(x_1, x_2)$ равно нулю, вычислим математическое ожидание $E(u(x_0+x))$, предварительно разложив функцию $u(x_0+x)$ в ряд Тейлора,

$$E(u_1(x_0+x)) \cong E\left(u_1(x_0) + x u_1'(x_0) + \frac{1}{2} x u_1''(x_0) x^t\right) = u_1(x_0) + \frac{1}{2} \sum_{1 \leq i, j \leq 2} u_{1x_i x_j}(x_0) E(x_i x_j),$$

$$E(u_2(x_0+x)) \cong E\left(u_2(x_0) + x u_2'(x_0) + \frac{1}{2} x u_2''(x_0) x^t\right) = u_2(x_0) + \frac{1}{2} \sum_{1 \leq i, j \leq 2} u_{2x_i x_j}(x_0) E(x_i x_j).$$

Отсюда получаем следующую систему уравнений:

$$u_{1x_1}(x_0)x_1 + u_{1x_2}(x_0)x_2 = \frac{-1}{2} \sum_{1 \leq i, j \leq 2} u_{1x_i x_j}(x_0) E(x_i x_j)$$

$$u_{2x_1}(x_0)x_1 + u_{2x_2}(x_0)x_2 = \frac{-1}{2} \sum_{1 \leq i, j \leq 2} u_{2x_i x_j}(x_0) E(x_i x_j)$$

Здесь $u_{1x_i x_j}(x)$, $u_{2x_i x_j}(x)$ – частные производные второго порядка.

Если $\det I(u(x)) = \text{const} \neq 0$ якобиан отличается от нуля, то из системы уравнений величина $x=(x_1, x_2)$ будет найдена единственным образом. Если $u(x)=(u_1(x), u_2(x))$ автоморфизм, т.е. отображение $u(x)$ является биективным отображением из R^2 на R^2 , то $\det I(u(x)) = \text{const} \neq 0$. Итак,

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} u_{1x_1}(x_0) & u_{1x_2}(x_0) \\ u_{2x_1}(x_0) & u_{2x_2}(x_0) \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} \frac{-1}{2} \sum_{1 \leq i, j \leq 2} u_{1x_i x_j}(x_0) E(x_i x_j) \\ \frac{-1}{2} \sum_{1 \leq i, j \leq 2} u_{2x_i x_j}(x_0) E(x_i x_j) \end{pmatrix}.$$

Коэффициент Эрроу - Пратта задается в виде вектора:

$$r_{\text{э}}(x_0) = \frac{-1}{\det I(u(x_0))} \begin{pmatrix} u_{2x_2}(x_0) & -u_{1x_2}(x_0) \\ -u_{2x_1}(x_0) & u_{1x_1}(x_0) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \det u_1''(x_0) \\ \det u_2''(x_0) \end{pmatrix} \quad (4)$$

Здесь:

$$\det I(u(x_0)) = \det \begin{pmatrix} u_{1x_1}(x_0) & u_{1x_2}(x_0) \\ u_{2x_1}(x_0) & u_{2x_2}(x_0) \end{pmatrix}$$

где

u_{ix_j} – частная производная, $i=1,2, j=1,2$,

$$\det(u''_i(x_0)) = \det \begin{pmatrix} u_{ix_1x_1}(x_0) & u_{ix_1x_2}(x_0) \\ u_{ix_2x_1}(x_0) & u_{ix_2x_2}(x_0) \end{pmatrix}$$

$u_{ix_kx_l}$ – частная производная второго порядка, $i, k, l=1,2$, гессиан – определитель матрицы Гессе (Hesse, 1851).

Заклучение.

Мы рассмотрели геометрическое поведение касательной и прямой, параллельной к касательной прямой в данной точке в одномерном случае. Вычисляя расстояния до касательной прямой от начала координат и прямой, параллельной касательной прямой, где свободный член связан с коэффициентом Эрроу - Пратта ввели величины $\rho(x_0), S(x_0)$. С помощью этих величин удалось определить поведение неизвестной функции полезности. В зависимости от знака первой и второй производной были рассмотрены четыре случая. Каждый случай делится на шесть подслучаев и приводятся соответствующие графики в одномерном случае (рисунки 1-24). Экономическая интерпретация этих случаев остается вне поля зрения. В добавок, мы усилили математическую часть этого подхода и распространили на случай одной функций полезности от многих переменных, и ввели для этого случая аналог коэффициента Эрроу - Пратта. В случае двух функций полезности от двух переменных, ввели понятие вектор-коэффициента Эрроу - Пратта. На примере Витушкина с постоянным якобианом вычислили вектор коэффициента Эрроу - Пратта.

Благодарности.

Исследование осуществлено в рамках проекта №AP09259811 грантового финансирования Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан.

Литература

1. Бронштейн Е.М., Фатхиев О.М. Замечание о Санкт-Петербургском парадоксе // Журнал Новой экономической ассоциации. – 2018. – №2(38). – С. 48-53.
2. Витушкин А.Г. Вычисление якобиана рационального преобразования C^2 и некоторые приложения // Математические заметки. – 1999. – №66(2). – С. 308-312. DOI: <https://doi.org/10.4213/mzm1169>
3. Ершов Ю.Л., Палютин Е.А. Математическая логика. 6-е изд. – Москва: «ФИЗМАТЛИТ», 2011.
4. Коровин Д.И. О нахождении функции полезности в теории Неймана-Моргенштерна // Вестник ИГЭУ. – 2005. – №4. – С. 83-88.
5. Фридмен М., Сэвидж Л. Анализ полезности при выборе среди альтернатив, предполагающих риск // Теория потребительского поведения и спроса. – СПб.: Экономическая школа, 1993. – С. 208-249.
6. Arrow K.J. (1971). Essays in the Theory of Risk-Bearing. Chicago: Markham.
7. Aumann R.J. (1977). The St. Petersburg Paradox: A Discussion of Some Recent Comments // Journal of Economic Theory, 14(2). – pp. 443-445.
8. Bernoulli D. (1738). Specimen Theoriae Novae de Mensura Sortis // Commentarii Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae, 5. – pp. 175-192. (Translated and republished as: Bernoulli D. (1954). Exposition of a New Theory on the Measurement of Risk // Econometrica, 22. – pp. 23-36.)
9. Hesse O. (1851). Über die Bedingung, unter welche eine homogene ganze Function von

nunabhängigen Variablen durch Lineäre Substitutionen von nandern unabhängigen Variablen auf eine homogene Function sich zurück-führen lässt, die eine Variable weniger enthält, J. Reine Angew. Math. 42. – pp. 117-124.

10. Pratt J.W. (1964). Risk Aversion in the Small and in the Large // *Econometrica*, 32. – pp. 122-136.

11. Schoemaker, P.J.H. (1982). The Expected Utility Model: Its Variants, Purposes, Evidence and Limitations // *Journal of Economic Literature*. – 1982. – 20(2). – pp. 529-563.

12. Seidl C. (2013). The St. Petersburg Paradox at 300 // *Journal of Risk and Uncertainty*, 46. – pp. 247-264.

References (with English translation or transliteration)

1. Bronstein E.M., Fathiev O.M. A remark on the St. Petersburg paradox // *Journal of the New Economic Association*. – 2018. – No. 2(38). – pp. 48-53.

2. Vitushkin A.G. Calculation of the Jacobian of the rational transformation C2 and some applications // *Mathematical notes*. – 1999. – No. 66(2). – pp. 308-312. DOI: <https://doi.org/10.4213/mzm1169>

3. Ershov Yu.L., Palyutin E.A. *Mathematical logic*. 6th ed. – Moscow: "FIZMATLIT", 2011.

4. Korovin D.I. Finding the utility function in the Neumann-Morgenstern theory // *IGEU Bulletin*. – 2005. – No. 4. – pp. 83-88.

5. Freeman M., Savage L. Utility analysis when choosing among alternatives involving risk // *Theory of consumer behavior and demand*. – St. Petersburg: Economic School, 1993. – pp. 208-249.

6. Arrow K.J. (1971). *Essays in the Theory of Risk-Bearing*. Chicago: Markham.

7. Aumann R.J. (1977). The St. Petersburg Paradox: A Discussion of Some Recent Comments // *Journal of Economic Theory*, 14(2). – pp. 443-445.

8. Bernoulli D. (1738). *Specimen Theoriae Novae de Mensura Sortis* // *Commentarii Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae*, 5. – pp. 175-192. (Translated and republished as: Bernoulli D. (1954). *Exposition of a New Theory on the Measurement of Risk* // *Econometrica*, 22. – pp. 23-36.)

9. Hesse O. (1851). Über die Bedingung, unter welche eine homogene ganze Function von nunabhängigen Variablen durch Lineäre Substitutionen von nandern unabhängigen Variablen auf eine homogene Function sich zurück-führen lässt, die eine Variable weniger enthält, J. Reine Angew. Math. 42. – pp. 117-124.

10. Pratt J.W. (1964). Risk Aversion in the Small and in the Large // *Econometrica*, 32. – pp. 122-136.

11. Schoemaker P.J.H. (1982). The Expected Utility Model: Its Variants, Purposes, Evidence and Limitations // *Journal of Economic Literature*. – 1982. – 20(2). – pp. 529-563.

12. Seidl C. (2013). The St. Petersburg Paradox at 300 // *Journal of Risk and Uncertainty*, 46. – pp. 247-264.

СПАНКУЛОВА Л.С. – э.ғ.д., доцент, БҒҚ (Алматы қ., әл-Фараби ат. Қазақ ұлттық университеті)

КЕРІМБАЕВ Р.К. – ф.-м.ғ.к., аға оқытушы, АҒҚ (Алматы қ., әл-Фараби ат. Қазақ ұлттық университеті)

**ЭРРОУ - ПРАТТ КОЭФФИЦИЕНТІНЕ НЕГІЗДЕЛГЕН ҚЫЗМЕТТІК
ФУНКЦИЯНЫҢ КЕЙБІР ҚАСИЕТТЕРІН АНЫҚТАУ: ГЕОМЕТРИЯЛЫҚ ТӘСІЛ**

Аңдатпа

Мақалада Эрроу - Пратт коэффициентінің мәнін геометриялық түсіндіруді қолдана отырып, қызметтік функциялардың кейбір қасиеттерін анықтау міндеті зерттелген. Атап айтқанда, осы коэффициент есептелетін нүктеде шығу тегінен тангенс сызығына параллель түзуге дейінгі қашықтықты анықтайтын Эрроу - Пратт коэффициентінің геометриялық қасиеттері ашылды. Қызметтік функциялардың мәні оң, ал анықтама саласы нақты түзу деп болжанады. Демек, коэффициент мәнінің жоғарылауы және төмендеуі қызметтік функцияның дөңес немесе қисықтығын анықтайды. Эрроу - Пратт коэффициентінің жоғарылауымен тангенс сызығы шығу тегінен алынады. Бұл процесс қызметтік функциялардың көлемін сипаттайды. Біздің көзқарасымыз – айнымалы дисперсиямен және Эрроу - Пратт коэффициентімен байланысты еркін мүшемен тангенс түзуімен және тангенске параллель түзу арқылы біз пайдалы функцияның мінез-құлқын анықтаймыз: монотондылық, дөңес. Бұл түзулердің шығу тегіне қатысты жиырма төрт түрлі орналасуы бар, олар тангенс сызығы өтетін нүктеде қызметтік функциялардың бірінші және екінші туындыларының белгілеріне байланысты төрт топқа бөлінеді.

Түйінді сөздер: Эрроу - Пратт коэффициенті, күтілетін пайдалылық моделі, пайдалылық функциясы, гессиан, якобиан.

SPANKULOVA L.S. – d.e.s., assoc. professor (Almaty, Al-Farabi Kazakh national university)

KERIMBAYEV R.K. – c.p-m.s., senior lecturer (Almaty, Al-Farabi Kazakh national university)

DETERMINATION OF SOME PROPERTIES OF THE UTILITY FUNCTION ON THE BASIS OF ARROW-PRATT COEFFICIENT: GEOMETRIC APPROACH

Abstract

The article discusses a geometric approach for determining some properties of the utility function using the Arrow-Pratt coefficient. In particular, the geometric properties of the Arrow-Pratt coefficient are disclosed, it turned out that the Arrow-Pratt coefficient determines the distance from the origin to the straight line parallel to the tangent line at the point where the Arrow-Pratt coefficient is calculated. Therefore, an increase and decrease in the value of this coefficient determines the convexity or concavity of the utility function. With an increase in the value of the Arrow-Pratt coefficient, the tangent line moves away from the origin. This process describes the convexity of the utility function as a function of location from the origin. There are two concepts: the expected utility model and the utility function. Our approach is that due to a tangent line and a straight line parallel to the tangent with a free term, associated with the variance of variables and the Arrow-Pratt coefficient, we determine the behavior of the utility function: monotonicity, convexity, etc. The location of these lines relative to the origin gives us twenty-four different options, which are divided into four groups, depending on the signs of the first and second derivatives of the utility function at the point where the tangent line passes.

Keywords: Arrow-Pratt coefficient, expected utility model, utility function, Hessian, Jacobian.

УДК 624(075.8)

ШАЛКАРОВ А.А. – д.т.н., профессор (г. Алматы, Казахстанский дорожный научно-исследовательский институт),

ШАЛКАР К.А. – инженер (г. Алматы, Казахстанский дорожный научно-исследовательский институт)

МОДЕЛИРОВАНИЕ УСИЛЕНИЯ ОСНОВАНИЯ НАСЫПИ НА ПОДХОДАХ К МОСТОВЫМ СООРУЖЕНИЯМ

Аннотация

В работе выполнено численное и аналитическое моделирование методов усиления основания насыпи и вариант снижения нагрузки на слабое основание. По результатам численного моделирования и аналитических расчетов получены значения усилий и деформаций в конструкциях, на основе которых выполнено техническое сравнение и оптимизация существующего проекта.

Ключевые слова: *основание насыпи, инженерно-геологические условия, искусственные сооружения, моделирование.*

Описание объекта исследования.

Расчеты выполнены на примере реального объекта, входящего в состав проектируемой автодороги категории 1В и имеет протяженность, порядка, 68 км.

Предмет исследования – насыпь на подходе к путепроводу на участке ПК 210 (Аксенгер) Большой Алматинской кольцевой автомобильной дороги (БАКАД) с транспортной развязкой (рисунок 1).



Рисунок 1 – Ситуационная схема расположения искусственных сооружений

Насыпь имеет максимальную высоту в 16.2 м. Тело крайней опоры, к которой примыкает насыпь, является безростверковым, выполнено на буровых сваях диаметром 1.2 м.

Для освещения геолого-литологического строения площадки было пройдено 25 скважин глубиной 50 м.

Инженерно-геологические условия представляют собой слабую толщу грунтов мощностью 19.4 - 30 м, сложенную (рисунок 2):

- суглинком легким пылеватым текучим среднестаторфованным незасоленным (aQIV) – ИГЭ 2а;

- супесью пылеватой пластичной незасоленной с прослоями суглинка (vd QI-II kd) – ИГЭ 24;

- суглинком легким пылеватым мягкопластичным с примесью органических веществ незасоленным с прослоями текучепластичного (vd QI-II kd) – ИГЭ 23;

- суглинком мягким пылеватым полутвердым слабонабухающим непросадочным с примесью органических веществ незасоленным с прослоями твердого (vd QI-II kd) – ИГЭ 21.

Несущие грунты находятся, в среднем на всей территории исследования, на глубине 30 м.



Рисунок 2 – Инженерно-геологические условия площадки

Также необходимо отметить, что объект находится на подтопляемой территории, в период паводков РУВВ превышает в среднем отметку планировки на 2 м.

Расчет осадки основания насыпи.

Расчет осадки основания выполнены с целью определения двух параметров:

- величины конечной осадки;
- времени реализации осадки.

Критерием времени реализации осадки является достижение 90% фильтрационной консолидации. Проект производства работ ограничивает срок консолидации периодом 8 месяцев. В случае более длительной осадки необходимо предусмотреть дополнительные мероприятия по ее ускорению.

Согласно [1] при расчете осадки насыпи нормативная нагрузка принимается в виде нормативной нагрузки, находящейся в статическом положении. Равномерно распределенную нагрузку вдоль дороги, имитирующую движение колонны транспортных средств, в этом расчете не учитывают.

Нагрузка от транспортных средств приводится к эквивалентному слою грунта земляного полотна

$$h_s = \frac{n}{B_{зн} \gamma_{zp}} \left(\frac{10K}{d + 0,2} \right) = \frac{4}{29,33 \cdot 18} \left(\frac{140}{1,5 + 0,2} \right) = 0,62$$

$n = 4$ – число полос движения

$B_{зн} = 29,33$ – ширина земляного полотна, м

$\gamma_{zp} = 18$ – удельный вес грунта, кН/м³

$10K = 140$ – нормативная нагрузка АК для расчета осадки насыпи, кН;

$d = 1,5$ – база нормативной нагрузки АК, м

Эквивалентный слой грунта располагается по всей ширине земляного полотна. Вдоль земляного полотна эквивалентный слой грунта распространяется на неограниченную длину.

Расчет осадки насыпи по нормативной методике.

Согласно [2] осадку основания фундамента s , см, с использованием расчетной схемы в виде линейно деформируемого полупространства определяют методом послойного суммирования по формуле:

$$S = \beta \sum_{i=1}^n \frac{(\sigma_{zp,i} - \sigma_{zy,i}) h_i}{E_i} + \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zy,i} h_i}{E_{e,i}} \quad (1)$$

Так как насыпь рассматривается, как фундамент неглубокого заложения, вертикальное напряжение от собственного веса грунта на отметке подошвы фундамента на глубине z от подошвы прямоугольных, круглых и ленточных фундаментов определяют по формуле:

$$\sigma_{zy} = \alpha \cdot \sigma_{zg,0} \quad (2)$$

$\sigma_{zg,0}$ – вертикальное напряжение от собственного веса грунта на отметке подошвы фундамента (при планировке срезкой $\sigma_{zg,0} = \gamma' \cdot d$, при отсутствии планировки и планировке подсыпкой $\sigma_{zg,0} = \gamma' \cdot d_n$,

где γ' – удельный вес грунта, кН/м³, расположенного выше подошвы;

d и d_n – глубина заложения фундамента соответственно от уровня планировки и поверхности природного рельефа, м).

В нашем случае $\sigma_{zg,0} = 0$, так как $d_n = 0$ м, следовательно, формула (1) принимает вид:

$$S = \beta \sum_{i=1}^n \frac{(\sigma_{zp,i} - \sigma_{zy,i}) h_i}{E_i} \quad (3)$$

$\sigma_{zp,i}$ – среднее значение вертикального нормального напряжения (вертикальное напряжение) от внешней нагрузки в i -м слое грунта по вертикали, проходящей через центр подошвы фундамента, кПа;

h_i – толщина i -го слоя грунта, см, принимаемая не более 0,4 ширины фундамента;

E_i – модель деформации i -го слоя грунта по ветви первичного нагружения, кПа;

n – число слоев, на которые разбита сжимаемая толща основания. Результаты расчетов по осадке насыпи представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Расчет осадки насыпи на естественном основании

Отметка подошвы слоя, м	h_i	Z	№ грунта	$E = E_{e,i} =$ кПа	$\xi = 2z/b$	α	$\sigma_{zp,i} = \alpha p$	$\sigma_{zy,i} = \alpha \cdot \sigma_{zg.0}$	γ_i , кН/м ³	σ_{zg} , кПа	S , м
180.69	1.41	1.41	2а	700	0.03	0.998	181.50	0.00	11.91	16.79	0.3656
176.74	3.95	5.36	24	12200	0.13	0.993	180.50	0.00	19.68	94.53	0.0584
175.10	1.64	7.00	23	5400	0.17	0.990	180.09	0.00	19.50	126.51	0.0547
173.40	1.7	8.70	23	5400	0.21	0.988	179.66	0.00	19.50	159.66	0.0566
171.74	1.66	10.36	23	5400	0.25	0.986	179.24	0.00	19.50	192.03	0.0551
170.07	1.67	12.03	23	5400	0.29	0.983	178.82	0.00	19.50	224.59	0.0553
168.40	1.67	13.70	23	5400	0.33	0.981	178.39	0.00	19.50	257.16	0.0552
166.73	1.67	15.37	23	5400	0.37	0.979	177.97	0.00	19.50	289.72	0.0550
165.06	1.67	17.04	23	5400	0.41	0.974	177.14	0.00	19.50	322.29	0.0548
163.39	1.67	18.71	23	5400	0.45	0.964	175.37	0.00	19.50	354.85	0.0542
Итого											0.237

Суммарная осадка основания насыпи $s_{ef} = 23,7$ см.

Расчет осадки основания насыпи с помощью ПК *Plaxis 2D*.

Численное моделирование выполнялось в ПК *Plaxis 2D* для определения конечной осадки и времени консолидации.

В качестве расчетной модели при конечно-элементом (КЭ) расчете использовалась модель упрочняющегося грунта – *Hardening Soil Model (HSM)*. Модель упрочняющегося грунта *HSM*, реализованная в программном комплексе *Plaxis*, лишена недостатков идеально упруго-пластической модели. Кроме того, зависимость напряжения от деформаций имеет формулу гиперболы, а для описания ее используются секущий модуль деформации стандартного трехосного испытания (E_{ref50}), одометрический модуль деформации (E_{refod}), модуль разгрузки и повторного нагружения (E_{refur}). Данные параметры были заданы согласно рекомендациям [3].

Расчетная схема включает в себя наземную конструкцию насыпи и грунтовый массив.

Основные параметры расчетной схемы:

Высота насыпи: 16.2 м;

Ширина по верху насыпи: 29.33 м;

Ширина по низу насыпи: 82.63 м.

После отсыпки земляного полотна на полную высоту в основании возникнет избыточное поровое давление 221 кН/м^2 . Величина конечной осадки составляет 2.1 м (рисунок 3).

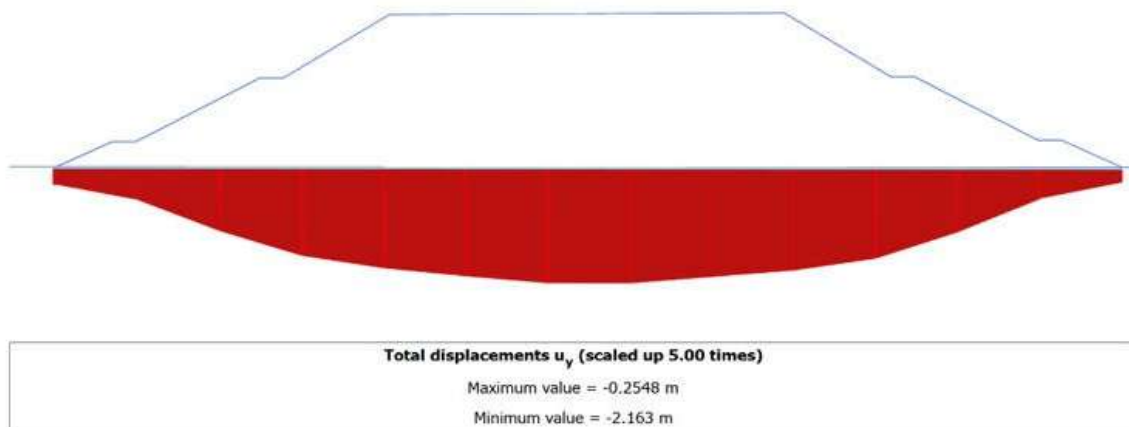


Рисунок 3 – Эпюра конечной осадки насыпи

Время достижения интенсивности осадки 2 см/год составляет 1131 дней (рисунок 4).

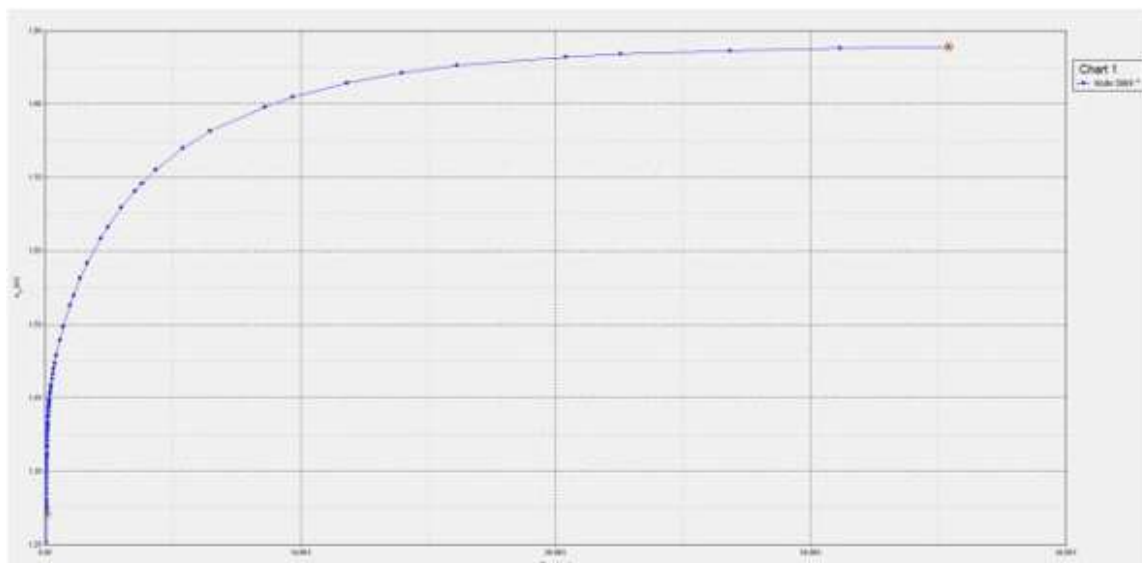


Рисунок 4 – График зависимости осадки от времени

Таким образом, значения расчетов в программном комплексе *Plaxis 2D* и результаты аналитических расчетов показали схожие значения по осадке основания насыпи и времени прохождения консолидации до достижения нормативного значения 2 см/год. Результаты вычислений сведены в таблице 2.

Таблица 2 – Сводная таблица результатов

Метод расчета	Значение осадки, мм	Время консолидации, дн
---------------	---------------------	------------------------

<i>Plaxis 2D</i>	210	1533
Аналитический расчет	237	-

Вывод: результаты расчетов указывают на необходимость организации дополнительных мероприятий по ускорению консолидации, так как время реализации осадки до 90% фильтрационной консолидации превышает 8 месяцев.

Литература

1. ГОСТ Р 52748-2007. Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения и габариты приближения.
2. СП РК 3.03-101-2013. Автомобильные дороги. (с изменениями).
3. BS 8006:2010. Code of practice for Strengthened / reinforced soils and other fills. – 1995. – 196 с.
4. Методы подготовки и устройства искусственных оснований: учебное пособие / Р.А. Мангушев, Р.А. Усманов, С.В. Ланько, В.В. Конюшков. – М.: СПб.: Изд-во АСВ, 2012. – 266 с.
5. Construction Processes. State of the Art Report / J. Chu, S. Varaksin, U. Klotz, P. Mengé // Proceedings of the 17th International Conference on Soil Mechanics & Geotechnical Engineering. – Alexandria, Egypt, 2009. – P. 14-28.
6. Евтюков С.А., Медрес Е.П. Строительство дорожных насыпей на слабых грунтах: подходы и методы // Наука и транспорт. Транспортное строительство. – 2012. – № 4. – С. 31-33.

References

1. GOST R 52748-2007. Public roads. Standard loads, calculated loading schemes and approximation dimensions.
2. SP RK 3.03-101-2013. Highways. (with changes).
3. BS 8006:2010. Code of practice for Strengthened / reinforced soils and other fills. – 1995. – 196 p.
4. Methods of preparation and device of artificial bases: textbook / R.A. Mangushev, R.A. Usmanov, S.V. Lanko, V.V. Konyushkov. – M.: St. Petersburg.: Publishing House of the DIA, 2012. – 266 p.
5. Construction Processes. State of the Art Report / J. Chu, S. Varaksin, U. Klotz, P. Mengé // Proceedings of the 17th International Conference on Soil Mechanics & Geotechnical Engineering. – Alexandria, Egypt, 2009. – P. 14-28.
6. Yevtyukov S.A., Medres E.P. Construction of road embankments on weak soils: approaches and methods // Science and Transport. Transport construction. – 2012. – No. 4. – pp. 31-33.

ШАЛҚАРОВ А.А. – т.ғ.д., профессор (Алматы қ., Қазақстан жол ғылыми-зерттеу институты)

ШАЛҚАР Қ.А. – инженер (Алматы қ., Қазақстан жол ғылыми-зерттеу институты)

КӨПР ҚҰРЫЛЫСТАРЫНА КІРЕБЕРІСТЕРДЕ ЖАҒАЛАУ НЕГІЗІН КҮШЕЙТУДІ МОДЕЛЬДЕУ

Аңдатпа

Жұмыс жағалаудың негізін нығайту әдістерін сандық және аналитикалық модельдеуді және әлсіз негізге жүктемені азайту нұсқасын жасады. Сандық модельдеу

және аналитикалық есептеулер нәтижелері бойынша құрылыстардағы күштер мен деформациялардың мәндері алынды, олардың негізінде қолданыстағы жобаны техникалық салыстыру және оңтайландыру жүргізілді.

Түйінді сөздер: үйінді негізі, инженерлік-геологиялық жағдайлар, жасанды құрылыстар, модельдеу.

SHALKAROV A.A. – d.t.s., professor (Almaty, Kazakhstan highway research institute)

SHALKAR K.A. – engineer (Almaty, Kazakhstan highway research institute)

MODELING OF REINFORCEMENT OF THE EMBANKMENT BASE ON APPROACHES TO BRIDGE STRUCTURES

Abstract

Numerical and analytical modeling of the methods of strengthening the foundation of the embankment and the option of reducing the load on a weak foundation are carried out in the work. Based on the results of numerical modeling and analytical calculations, the values of forces and deformations in structures were obtained, on the basis of which technical comparison and optimization of the existing project were performed.

Keywords: foundation of the embankment, engineering and geological conditions, artificial structures, modeling.

УДК 621.373

КЕМЕЛЬБЕКОВ Б.Ж. – д.т.н., профессор (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

АКАЕВ Н.М. – магистрант (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

КОНТРОЛЬ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ СВЯЗИ

Аннотация

Интенсивное развитие волоконно-оптических систем передачи и, как следствие, повышение требований к сокращению времени обнаружения и устранения неисправностей линий связи диктуют необходимость не только скорейшего их выявления, но и прогнозирования возможности возникновения с целью принятия своевременных и экономически эффективных мер по их устранению. Поэтому следующим эволюционным шагом развития контроля представляется переход к прогностическому контролю волоконно-оптической линии связи, обеспечивающему возможность превентивного обслуживания сети.

Ключевые слова: волоконно-оптическая система передачи, волоконно-оптическая линия связи, волоконно-оптический кабель, контроль, мониторинг, эксплуатация, обслуживание, прогнозирование.

Рассматривая эволюцию контроля сетей телекоммуникаций как последовательность переходов от разрозненных измерений к сквозному системному контролю, и в конечном

счете к контролю качества услуг, можно отметить, что основной линией такого развития являлась ориентация контроля на постфакторное обслуживание сети. Однако интенсивное развитие волоконно-оптических систем передачи (ВОСП) и, как следствие, повышение требований к сокращению времени обнаружения и устранения неисправностей линий связи диктуют необходимость не только скорейшего их выявления, но и прогнозирования возможности возникновения с целью принятия своевременных и экономически эффективных мер по их устранению. Поэтому следующим эволюционным шагом развития контроля представляется переход к прогностическому контролю волоконно-оптической линии связи (ВОЛС), обеспечивающему возможность превентивного обслуживания сети.

Интенсивное развитие волоконно-оптической связи, высокая конкуренция между операторами связи и стоимость информационных ресурсов, передаваемых по сетям телекоммуникаций, выдвигают на ведущие позиции задачу централизованного контроля за сетевыми волоконно-оптическими линиями передачи с целью их документирования, своевременного обнаружения и скорейшего устранения повреждений в них. Поэтому в последнее время операторы связи начинают инвестировать немалые средства в развитие инфраструктуры своих волоконно-оптических сетей с акцентом на внедрение и совершенствование систем контроля и автоматического мониторинга состояния линий и каналов связи.

Независимо от метода контроля оптических волокон такие системы должны обеспечивать:

- дистанционный контроль параметров волокон оптических кабелей;
- достоверное и своевременное документирование и составление отчетности;
- автоматическое обнаружение неисправностей волоконно-оптических линий и каналов связи с указанием их точного местоположения;
- контроль и управление процессом оповещения о повреждении оптических кабелей, проведение измерений параметров оптических волокон в автоматическом режиме;
- прогнозирование изменений параметров оптических кабелей.

Эти задачи частично могут быть решены автоматизированными системами администрирования волоконно-оптических кабелей, включающими систему удаленного контроля оптических волокон (RFTS – Remote Fiber Test System), программу привязки топологии сети к географической карте местности, а также базы данных оптических компонентов, критериев и результатов контроля. Используемый в этих системах метод обратного Рэлеевского рассеяния не позволяет осуществлять локализацию дефектов на ранней стадии их развития.

Основной причиной повреждения оптического волокна является механическое напряжение. По данным исследований, если относительное удлинение волокна не превышает 0,3%, то оно может безотказно функционировать весьма продолжительное время – в течение 25 лет и более, тогда как в случае, если относительное удлинение превышает 0,6%, отказ может произойти в течение первого года эксплуатации. В этой связи наибольший интерес для ранней диагностики повреждений оптических волокон представляют тензометрические методы, позволяющие получить распределение натяжения волокна вдоль трассы кабеля. Контроль натяжения оптического волокна должен проводиться на всех этапах производства кабеля.

При строительстве и эксплуатации ВОЛП измерение натяжения волокон необходимо проводить регулярно и повсеместно на всех эксплуатируемых линиях.

Для контроля качества волоконно-оптических линий связи путем измерения в них потерь необходима измерительная аппаратура, позволяющие измерять полные потери в линии и оптические рефлектометры (OTDR – Optical Time Domain Reflectometer), с помощью которых можно измерять распределение потерь. Оптические рефлектометры являются единственным средством определения величин потерь, затухания и отражения

ВОЛС с одного конца ОВ. При измерении на современных ВОЛС необходимо учитывать наличие оптических усилителей, которые формируют шум, ухудшающий условия измерения рефлектометром.

Система непрерывного контроля, включает панель с каналами аварийной сигнализации, панели с окончаниями каналов аварийной сигнализации, чувствительные элементы сростков и лента, для обнаружения наличия влаги. Панель с каналами аварийной сигнализации является основным блоком управления в системе контроля. Обеспечивает питание системы и опрос ее элементов. Имеет три аварийных режима работы, которые включаются при конкретном типе повреждения.

При тестировании активных ОВ (передаются данные) в линию вводится оптическое излучение с длиной волны, не совпадающей с длиной волны излучения, переносящего рабочую нагрузку. В каждом ОК могут тестироваться, как по одному, так все ОВ. В зависимости от длины волны излучения, передающего рабочую нагрузку, используются излучения с длиной волны 1,31 мкм, 1,55 мкм, 1,625 мкм. Для ввода излучения рефлектометра в активное ОВ и вывода излучения, передающего трафик, используются спектральные мультимплексоры. По сравнению с методом контроля по пассивным волокнам, метод контроля по активным ОВ обеспечивает 100% вероятность обнаружения неисправности. Так как использование метода сопряжено с увеличением стоимости системы тестирования, то его использование целесообразно для контроля ответственных участков ВОЛС.

Таким образом, быстрота и эффективность обслуживания сетей обеспечивается, если контрольное оборудование отличается простотой в эксплуатации, надежностью и точностью. При этом, выбор оборудования зависит от требующихся диагностических процедур:

1. Определение целостности волокна. Если световой сигнал источника достигает приемника, то это означает, что волокно цело на всем своем протяжении.

2. Локализация обрыва в волокне. Поскольку кабель, как правило, недоступен для прямого осмотра, обрыв определяют при помощи диагностического оборудования.

3. Определение общих оптических потерь в волокне (затухание «из конца в конец»). Работоспособность волоконной линии связи определяется, прежде всего, чувствительностью приемника – потери в линии не должны ослабить сигнал до такой степени, что он уже не будет восприниматься приемным устройством.

4. Идентификация волокна. Выделение нужного волокна из множества волокон, проходящих внутри кабеля (обычно при сварке волокон).

5. Определение оптических потерь на сварном соединении. Качество сварного шва определяется величиной оптических потерь на шве и измеряется в децибелах. Оптические потери на шве должны быть минимальны, чтобы сигнал смог достичь приемника.

6. Определение коэффициентов отражения сварного шва и соединительного разъема. Коэффициент отражения характеризует ту часть светового сигнала, который отразился от сварного шва или соединительного разъема. Этот параметр особенно важен для систем скоростной передачи информации (SDH) и аналоговых видеосистем.

7. Общие потери на отражение (ОПО). Общие потери на отражение определяются как доля светового сигнала, вернувшаяся на вход волокна в результате отражения. Слишком мощный обратный сигнал может вызвать проблемы в аналоговых и цифровых системах.

8. Определения уровня битовых ошибок (УБО). Цифровые системы, особенно те, что работают с компьютерными данными, требуют контроля УБО. УБО определяется как отношение неправильно принятых бит по отношению к количеству правильно принятых бит.

9. Определение качества волокна. Критерием качества волокна служит удельное затухание в волокне, которое измеряют в дБ/км. Обычно удельное поглощение определяют при изготовлении и приводят в технических характеристиках волокна.

10. Определение поляризационной дисперсии (ПМД).

11. Определение хроматической дисперсии волокна (ХД). ПМД и ХД являются важными характеристиками волокна при передаче сигналов со скоростями 625 Мбит/с и выше.

12. Определение и локализация замокания волокна. Проникновение воды в кабель приводит к деградации волокна и ухудшению его передающих свойств.

13. Документирование полученных результатов (распечатка или сохранение на диске, топографическая привязка).

14. Автоматический дистанционный контроль. Система управления работой волоконно-оптических кабелей позволяет контролировать всю сеть с поста, расположенного на центральной станции.

Имеется много регулируемых пользователем параметров, влияющих на точность измерения расстояния с помощью оптического рефлектометра, в том числе:

1. Правильная установка показателя преломления;
2. Установка на оптическом рефлектометре нужного диапазона;
3. Установка для данной длины волокна нужной длительности импульса;
4. Установка для данного волокна оптимальной разрешающей способности.

Все эти параметры имеют большое значение, мы же остановимся на установке разрешающей способности оптического рефлектометра. Несмотря на то, что у большинства современных моделей оптического рефлектометра этот параметр устанавливается автоматически, правильное понимание этого вопроса позволит оператору выбрать такую разрешающую способность, которая обеспечит максимальную точность измерения расстояния.

Следует отметить, что если установить наименьшее значение разрешающей способности, это может привести, при обеспечении данной желаемой точности, к увеличению времени сканирования. Время тестирования при этом, фактически возрастает пропорционально изменению разрешающей способности. При измерении длины волокна в большом пролете этот фактор следует принимать во внимание.

Рассмотрим, каким образом этот параметр соотносится с точностью измерения расстояния. Чем выше разрешающая способность, т.е. чем ближе друг к другу находятся точки с результатами измерений, тем больше сведений будет получено о волокне, но в этом случае тестирование займет больше времени, чем при более низкой разрешающей способности.

Если не принимать во внимание время сбора данных, то более высокая разрешающая способность была бы оптимальной – в том смысле, что при ней более точно определяется место неоднородности в волокне. Так, например, если оптический рефлектометр производит измерения параметров волокна в каком-нибудь пролете через каждые 8 м, то вполне возможно, что разрыв или неоднородность может иметь место через 7 м после точки с результатами измерений. Полученное в результате этого френелевское отражение – если это была отражающая неоднородность – будет казаться начавшимся на предыдущей точке с результатами измерений, т.е. именно там, где уменьшилось обратное рассеяние. Поскольку расстояние до неоднородности в каком-либо отрезке волокна всегда откладывается на линейной части рефлектограммы и поскольку последняя точка обратного рассеяния наложилась на предыдущую точку с результатами измерений, то измеренное расстояние будет отличаться от действительного на 7 м. Если же разрешающая способность была установлена более высокой точке (равной 0,5 м), то место той же самой неоднородности будет смещено максимум на 30 см.

На рисунке 1 приведена типичная рефлектограмма, показывающая несколько неоднородностей и конец волокна, на рисунке 2 – рефлектограмма волокна, показывающая не только месторасположение повреждения ОВ, но и, по всей видимости, существующих зон напряжений в ОВ. Видно, как разрешающая способность влияет на возможность пользователя правильно определять местонахождение неоднородности.

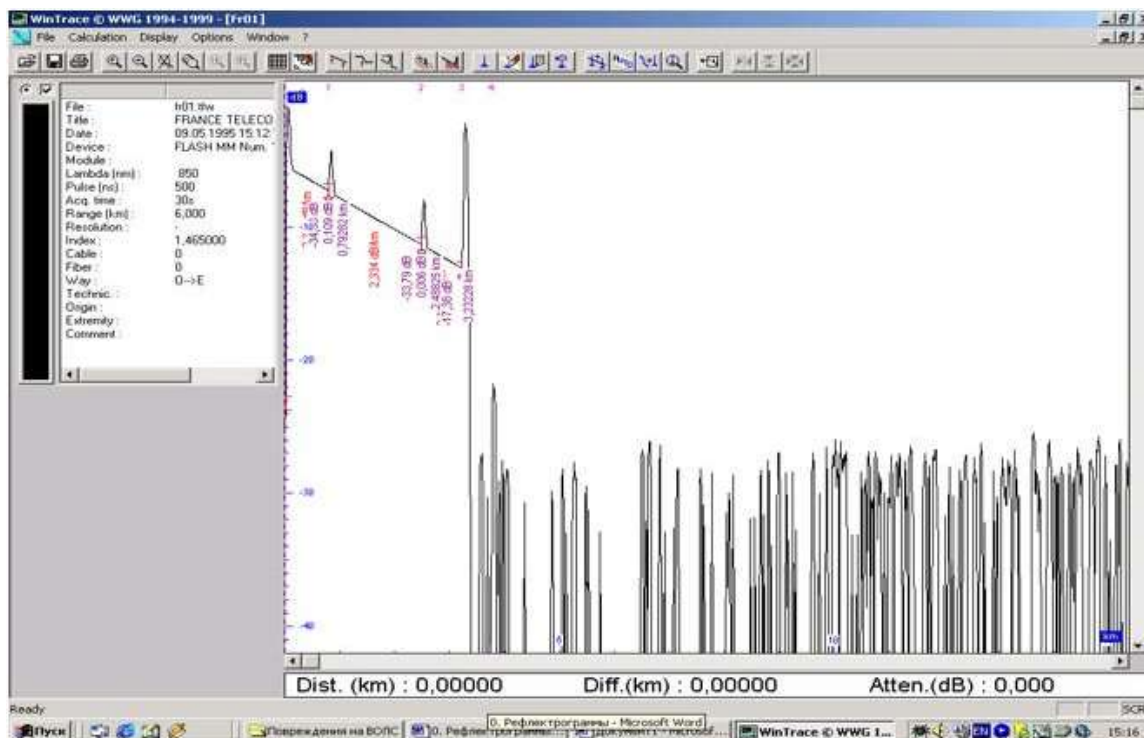


Рисунок 1 – Рефлектограмма волокна

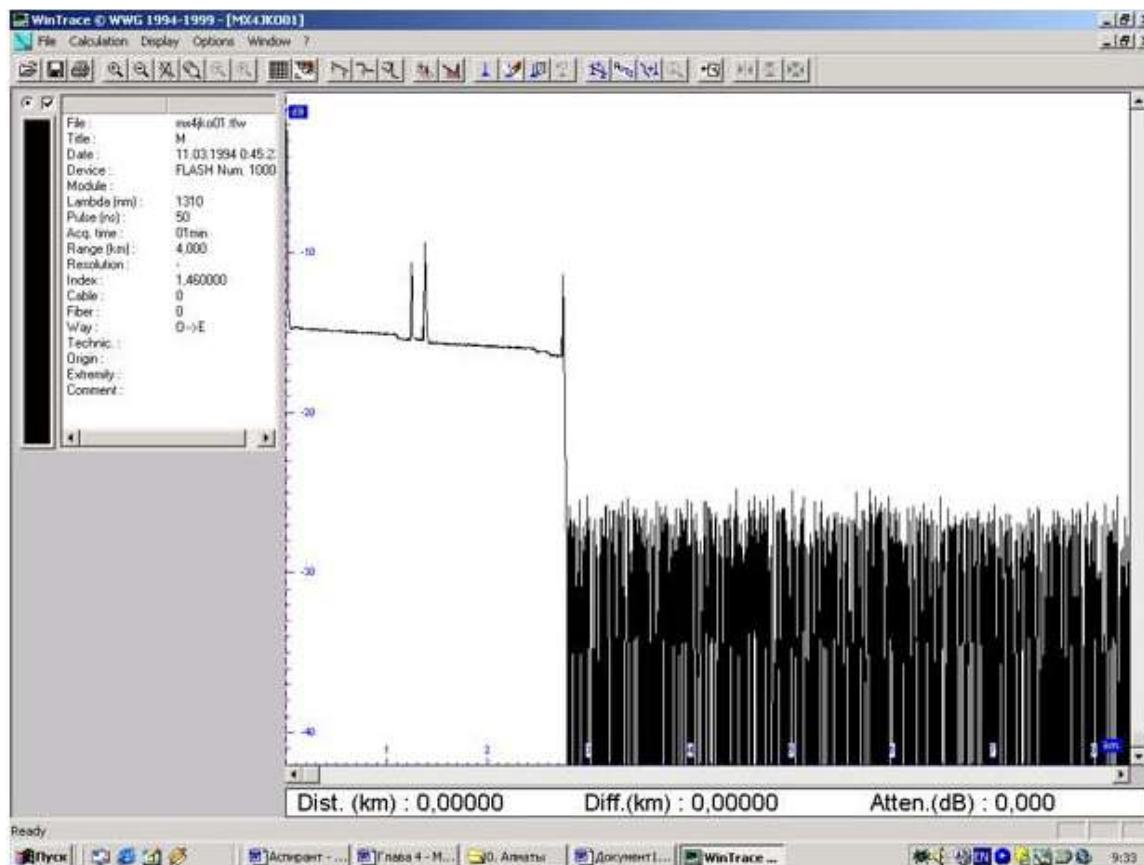


Рисунок 2 – Рефлектограмма волокна, показывающая месторасположение повреждения ОВ и существующих зон напряжений в ОВ

На этом этапе работы, если оператор решит не прибегать к автоматической установке разрешающей способности оптического рефлектометра, нужно будет достичь компромисса между временем тестирования и желаемой точностью измерения. Чем больше у оператора опыта работы с рефлектометром, тем легче это сделать.

При определенной длине пролета волокна точность определения местонахождения неоднородности или разрыва может не иметь существенного практического значения.

Кроме этого, следует отметить, что при эксплуатации оптических кабелей связи наблюдаются случаи самопроизвольных обрывов оптических волокон без повреждения внешних покровов кабеля. Такие случаи возникают из-за наличия напряжений в оптических волокнах в определенных местах кабеля. Прогнозировать время жизни волокна можно, зная степень его напряжения, которую можно определить с помощью оптических рефлектометров, способных анализировать рассеяние Мандельштама - Бриллюэна (Бриллюэновских рефлектометров). Такие приборы определяют сдвиг по частоте рассеяния Мандельштама - Бриллюэна, и на основании этого сдвига определить степень напряжения в оптическом волокне.

Таким образом, эффективный контроль состояния эксплуатируемых линий связи во многом зависит от квалификации инженерно-технического персонала и алгоритмом поиска неисправностей и повреждений.

На рисунке 3 представлен алгоритм выполнения мероприятий при осуществлении контроля работоспособности и устранения повреждений в волоконно-оптической системе передачи.

Контроль оптических кабелей может быть проведен как по пассивному, так и по активному волокну. Контроль по пассивному оптическому волокну основан на

тестировании резервного волокна ОК на длине волны, независимой от оптического луча трафика, рисунок 4.

Применение этого метода просто в реализации, не требует дополнительного оптического оборудования, но обуславливает необходимость дополнительного дублирующего волокна, которое отражает свойства волокон кабеля.

Обычно в ВОЛС применяется оптическое излучение с длинами волн $\lambda = 1310$ нм и $\lambda = 1550$ нм. Для контроля по активному волокну целесообразно использовать $\lambda = 1550$ нм при передаче данных на длине волны $\lambda = 1310$ нм и наоборот.

В тоже время, для увеличения емкости каналов передачи данных, часто используют обе длины волны. Поэтому для контроля в активной линии связи необходимо использовать длину волны, отличную от указанных длин волн, рисунок 5. Как правило, используется $\lambda = 1625$ нм, которая отличается от используемых для передачи данных и может быть эффективно выделена на приемной стороне линии связи. Для этого в ВОЛС вводят мультиплексоры М, объединяющие длину волны тестирования с длиной волны трафика. Для исключения взаимного влияния двух процессов – передачи данных и контроля волокна – в схему вводят фильтры Ф, которые предотвращают попадание тестируемого излучения на вход сетевого оборудования, а излучения передачи данных – на вход рефлектометра. Применение $\lambda = 1310$, 1550 и 1625 нм вызвано тем, что в этом случае оптические компоненты, используемые в волоконно-оптической технике, имеют наиболее низкие потери.



Рисунок 3 – Алгоритм поиска неисправностей на ВОСП

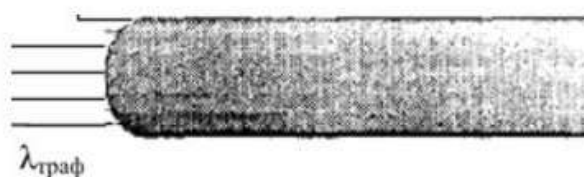
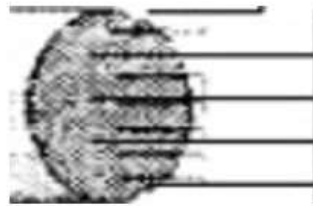


Рисунок 4 – Метод контроля оптического кабеля по пассивному волокну



Приёмное устройство

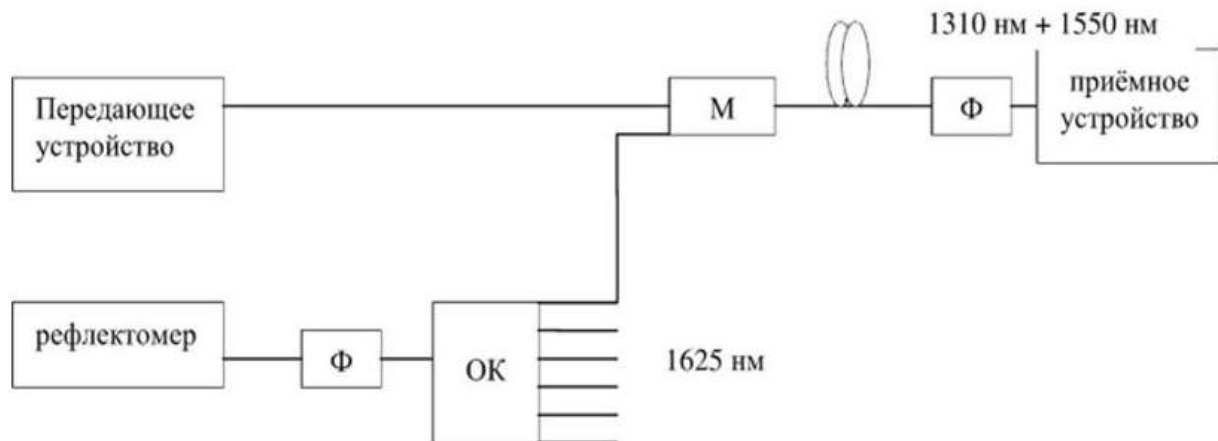


Рисунок 5 – Метод контроля оптического кабеля по активному волокну

При наличии в ВОЛС регенерационных участков, а также при необходимости исключения телекоммуникационного оборудования (ТО) на этапе контроля предусматривается обход этих участков, рисунок 6.

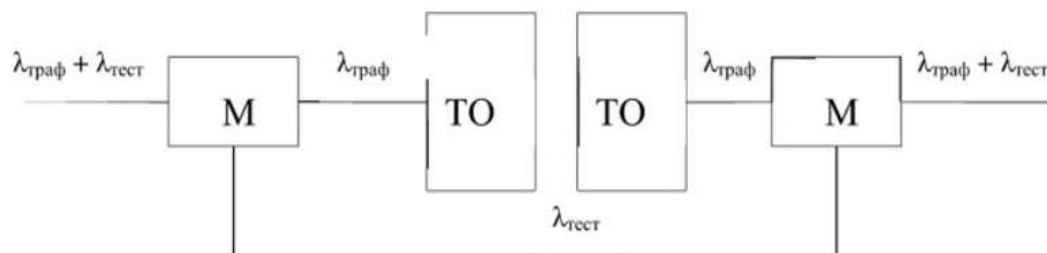


Рисунок 6 – Схема организации обхода телекоммуникационного оборудования (ТО) по активному волокну

Метод контроля по активному ОВ дает 100% гарантию обнаружения неисправностей, но отличается от предыдущего более высокой стоимостью из-за необходимости использования мультиплексоров и фильтров. Этот метод целесообразно применять для тестирования ответственных волокон, когда все волокна кабеля заняты для передачи данных.

Развитие телекоммуникационных технологий, использующих ВОЛС в глобальных сетях передачи данных и в телефонных сетях общего пользования, требует централизованного контроля ВОЛС. Наиболее эффективно эта задача может быть решена с помощью систем удаленного контроля. К настоящему времени разработаны система

контроля и диагностики ВОЛС Orion, система контроля качества сети NQMS, система контроля качества передачи данных FastNet, в качестве менеджера – система Operator, позволяющая интегрировать все вышеперечисленные в единую систему контроля и диагностики. Построение интегрированной системы контроля обеспечит наибольшие возможности при сквозном контроле интегрированных систем, использующих различные методы и средства передачи.

Для обеспечения долголетней работы необходимы соответствующие условия и главное из них – отсутствие механических напряжений в волокне. Повышенное натяжение волокна в кабеле вызывает деградацию его прочностных характеристик, что в конце концов приводит к разрыву волокна. Даже незначительное натяжение волокна может привести к многократному уменьшению его срока службы. Поэтому надежность волоконно-оптических линий связи невозможно оценить, не имея достоверной информации о натяжении волокна в кабеле. Обычные оптические рефлектометры не в состоянии определить натяжение волокна, поскольку величина оптических потерь при возникновении напряжений в волокне, как правило, остается в пределах нормы вплоть до момента наступления необратимых изменений в волокне.

Как известно, стекло разрушается с поверхности. Микротрещины, зародыши которых появляются на поверхности оболочки волокна еще при изготовлении заготовок и в последствии растут в процессе старения оптического волокна из-за внешних механических и температурных воздействий, под воздействием паров влаги.

Внутренние механические напряжения в волокне зависят от размеров микротрещин. Собственно и скорость роста трещины также зависит от ее размеров.

Процесс роста микротрещин делится на два этапа. На первом этапе размеры микротрещин малы и процесс старения волокна – медленный. На втором этапе, когда глубина микротрещины превышает некоторое критическое значение, имеет место лавинообразное увеличение скорости роста микротрещины, и быстрое необратимое разрушение волокна эффект разрушения оптического волокна за счет роста дефектов в процессе его старения называется усталостным разрушением.

Напряжения в волокне принято измерять в процентах относительного удлинения волокна, создаваемого эквивалентной продольной механической нагрузкой. Исследования показали, что при внутренних механических напряжениях, не превышающих значение соответствующее 0,3% относительного удлинения, процесс старения волокна находится на первом этапе. Если внутренние механические напряжения превышают значение, соответствующее 0,6% относительного удлинения, процесс старения волокна находится на втором этапе, волокно разрушается. На рисунке 7 представлены типичные для волокон фирмы Fujisura графики зависимости срока службы волокон от приложенной к ним эквивалентной продольной механической нагрузки, выраженного в процентах относительного удлинения волокна. При нагрузках менее 0,3% срок службы волокна протяженностью до 10000 км превышает задаваемый техническими условиями – 25 лет. При нагрузках более 0,6% срок службы даже для километровой длины менее 10 лет. Очевидно, что дефекты на поверхности оптического волокна и на его оболочке должны быть выявлены уже на первом этапе старения оптического волокна. На рисунке 8 представлена зависимость срока службы ОВ от продольной механической нагрузки.

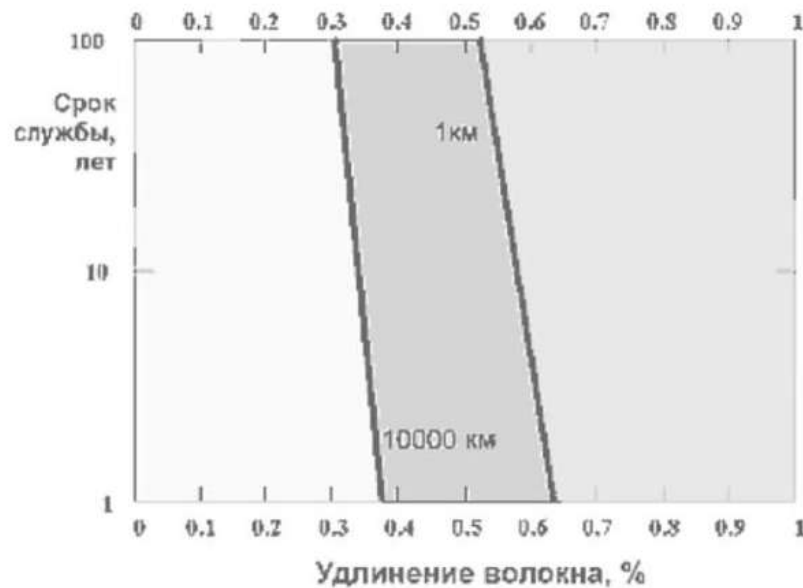


Рисунок 7 – Зависимость срока службы ОВ от продольной механической нагрузки



Рисунок 8 – Зависимость срока службы ОВ от продольной механической нагрузки

Одна из основных проблем волоконно-оптической связи – контроль состояния оптических волокон. Как уже отмечалось, стекло разрушается с поверхности. Степень его разрушения определяется дефектами оболочки. Вместе с тем подавляющее большинство средств измерений волоконно-оптических линий связи базируется на измерениях параметров распространяющегося по волокну оптического излучения на длине волны оптического сигнала. Более 90% мощности оптического излучения этого сигнала концентрируется в сердцевине волокна. Естественно, что при этом контролируется только состояние сердцевины. Для выявления дефектов оболочки и, соответственно, оценки состояния оптических волокон используют средства, основанные на измерениях параметров стимулированного обратного бриллюэновского рассеяния (SBS – Stimulated Brillouin Scattering).

Известно, что SBS есть рассеяние на акустических фонах и его параметры: мощность, частота зависят от внутренних механических напряжений в волокне, а, следовательно, и от степени разрушения оболочки.

В основе такого контроля лежат системы мониторинга оптических кабелей (СМОК), представляющие собой дистанционно-управляемые распределенные по сети контрольно-измерительные средства (КИС), программное обеспечение (ПО) анализа результатов

контроля и привязки их к функциональной и топологической схемам ВОЛС, а также базу данных (БД) объектов контроля, результатов измерений и их анализа.

КИС в таких системах строятся с использованием коммутаторов тестируемых волокон (КТВ) и оптических времяимпульсных рефлектометров (ОВИР), осуществляющих тестирование одного или поочередно нескольких свободных (темных) волокон волоконно-оптического кабеля (ВОК) с представлением результатов тестирования в виде совокупности данных – рефлектограмм оптических волокон (ОВ).

Данные обрабатываются и сопоставляются с априори определенными для каждой линии тестирования порогами (масками рефлектограммы). При несоответствии полученных результатов заданным порогам констатируется факт ухудшения качества или нарушения функционирования соответствующей ВОЛС.

Тестирование рабочих волокон ВОК осуществляется на длине волны, отличной от используемой для передачи данных, с мультиплексированием/демультиплексированием этих длин волн на передающей и приемной сторонах соответственно.

Данный метод подходит для всех волокон контролируемого кабеля. Поскольку КИС может содержать один или несколько ОВИР, а также ряд локальных КТВ, в месте их размещения можно сформировать требуемое число портов подключения ОВ к ОВИР.

Для повышения эффективности покрытия кабельной сети в ее узлах могут размещаться и удаленные КТВ, организуя тем самым динамическое изменение пути тестирования. Управление и конфигурирование КТВ в этом случае осуществляется дистанционно, например по протоколу TL-1 (Bellcore).

Очевидно, что эффективность организации контроля на реальных сетях во многом зависит от топологии контролируемой сети и при большом числе вершин графа и значительной их связности требует решения двух базовых задач:

- нахождения оптимальной топологии сети мониторинга (путей тестирования, покрывающих всю сеть) при минимальной стоимости оборудования, способного тестировать такую сеть;
- планирования заданий, обеспечивающих тестирование всех ребер графа (линий передачи сети) в кратчайшие сроки.

После решения этих задач и выполнения запланированных заданий данные с ОВИР анализируются специализированным ПО и выявляются отклонения полученных результатов от установленных пределов, фиксируя тем самым факты нарушения качества ВОЛС. Накопленная при этом статистика позволяет определить степень возможной деградации контролируемых ОВ.

Очевидно, что эффективность прогностического контроля ВОК всецело зависит от способа распознавания событий на рефлектограмме ОВ, который должен обеспечивать их устойчивое выявление – локализацию и определение формы, а собственно анализ – установление значений параметров событий вне зависимости от масштаба и различного рода искажений и шумов.

Для этих целей используются методы вейвлет-анализа, идентификации посредством специально подобранных аналитических функций и прогнозирования временными рядами параметров рефлектограммы, реализованных в виде единого аналитического программного модуля.

В основе данного модуля – набор функций детального описания событий, задания критериев их обнаружения и установления на них масок с целью выявления изменений рефлектограммы. Помимо сведений о характере событий, выдается аналитическая функция, описывающая конкретное событие и ошибку измерения каждого из его параметров, что дает возможность рассматривать полученную рефлектограмму не как совокупность точек, а как множество объектов, на которые она разбивается.

Решая, таким образом, прямую задачу – анализ рефлектограммы, объектное представление позволяет решать и обратную задачу – строить естественным путем модели рефлектограмм, а также прогнозировать их изменения в будущем.

Исходя из жизненного цикла ВОЛС, можно отметить, что любые нарушения технологии ее строительства приводят или могут впоследствии привести к дополнительным трудозатратам (таблица 1). Дефекты могут проявиться в процессе эксплуатации ВОСП, снижая тем самым ее надежность.

Таблица 1 – Дополнительные трудозатраты, возникающие в результате нарушения технологии строительства и эксплуатации ВОЛС

Этапы строительства ВОЛС	Нарушение технологии строительства ВОЛС	Возможные недостатки вследствие нарушения технологии	Возможные проблемы при сдаче ВОЛС в эксплуатацию	Прогнозируемые проблемы при эксплуатации ВОЛС
Входной контроль ВОК	Отсутствие входного контроля, либо его проведение без буферной катушки	Обрывы, неоднородности, обнаруженные в процессе монтажа	Монтаж дополнительных вставок ВОК и повторные измерения	Невыполнение гарантийных обязательств изготовителем ВОК
Прокладка ВОК	Прокладка без группирования строительных длин ВОК	Дополнительный расход ВОК и увеличение количества муфт на трассе ВОЛС	Дополнительный расход ВОК и муфт	Дополнительные затраты на текущий ремонт и снижение надежности ВОЛС в целом
	Нарушение правил погрузки / разгрузки барабанов с ВОК	Обрывы, трещины на ОВ	Монтаж дополнительных вставок ВОК и повторные измерения	-
	Уменьшение допустимого радиуса изгиба ВОК	Обрывы, трещины, неоднородности на ОВ	Монтаж дополнительных вставок ВОК и повторные измерения	-
Измерения ВОК после прокладки	Отсутствие контрольных измерений	Обрывы, трещины, неоднородности на ОВ	Монтаж дополнительных вставок ВОК и повторные измерения	Дополнительные затраты на текущий ремонт и снижение надежности ВОЛС в целом
Монтаж окончечных	Нарушение технологии	Обрывы, повышенное	Ремонт окончечного устройства	Дополнительные затраты на

устройств	монтажа оконечных устройств	затухание на оконечном устройстве		аварийный или текущий ремонт оконечного устройства
Монтаж оптических муфт	Нарушение технологии монтажа оптических муфт	Обрывы, повышенное затухание ОВ в муфте	Ремонт оптической муфты и повторные измерения	Дополнитель ные затраты на аварийный или текущий ремонт оптических муфт
		Недостовверная информация о расстоянии до муфты и потерях на сварке ОВ	Повторные измерения и переоформление документации	Дополнитель ные затраты времени и материалов при аварийном ремонте ВОЛС
Приемосда- точные измерения	Нарушение технологии измерений ВОЛС	Недостовверность или недостаточность данных в приемосдаточ ных документах	Повторные измерения и переоформление документации	Дополнитель ные затраты времени и материалов при аварийном и текущем ремонте ВОЛС

Причинами могут стать деградация ОВ (увеличение его затухания), а в местах дефектов, возникших при изготовлении ОВ, на этапе строительства или в процессе эксплуатации ВОЛС, – рост потерь и отражений. Все это ухудшает качество передачи и, как следствие, требует:

- капитального ремонта (трудозатраты по видам работ при эксплуатации – 5%);
- аварийного ремонта (10%);
- эксплуатационных измерений (60%);
- текущего ремонта (15%);
- непредвиденных работ (10%).

Детализация основных факторов деградации и повреждений и их источников для сердцевины и оболочки ОВ (таблица 2), показывает важность контроля ВОК на протяжении всего периода эксплуатации ВОЛС.

Таблица 2 – Детализация основных факторов деградации и повреждений и их источников для сердцевины и оболочки ОВ

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ	АВАРИЙНЫЕ
Факторы деградации и повреждений	
Изменение свойств сердцевины: 1. диффузия водорода 2. дополнительные микроизгибы 3. развитие микротрещин	Изменение параметров оболочки: 1. внутренние дефекты 2. диффузия водорода 3. старение материала 4. механические напряжения 5. коррозия из-за повышения влажности и температуры

Возможные источники снижения надёжности
1. нарушение технологии изготовления 2. нарушение условий хранения 3. нарушение технологии прокладки 4. нарушение технологии монтажа 5. нарушение правил эксплуатации

Очевидно, что наивысшей достоверности можно достичь при периодическом контроле, регулярность которого особенно важна для прогнозирования эволюции изменения свойств ОВ, так как в этом случае при обработке данных исключается ряд методических ошибок.

Таким образом, контроль ВОК на этапе строительства, как и эксплуатационный контроль, должны рассматриваться в рамках использования СМОК в виде единой задачи, поскольку, получив информацию об изначальном состоянии линии и отслеживая его изменения на протяжении всего жизненного цикла, можно планировать оптимальный график работ.

Наряду с факторами, приводящими к снижению надёжности ВОЛС, нельзя упускать из виду и такие аспекты, как безопасность сети. Основные факторы вторжения в сети с электронно-оптическим – оптико-электронным преобразованиями (Е-О-Е) и полностью оптические сети (АОН), точки доступа и последствия вторжения для данных сетей представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Основные факторы вторжения в сети с электронно-оптическим – оптико-электронным преобразованиями (Е-О-Е) и полностью оптические сети (АОН), точки доступа и последствия вторжения для данных сетей

СЕТИ Е-О-Е	СЕТИ АОН
Факторы вторжения	
Нарушение приёма/передачи	Перехват сообщений
1. введение дополнительных потерь (изгиб ОВ) 2. введение дополнительного воздействия, шума и помех 3. введение излучения на другой длине волны	1. несогласованность геометрических размеров 2. наличие вытекающих мод 3. введение потерь 4. создание переходных помех 5. создание внешнего соединения
Точки доступа 1. оптический кабель/волокно 2. устройство ввода-вывода 3. мультиплексоры 4. оптические усилители 5. оптические фильтры	Последствия вторжения 1. задержка, удаление, изменение информации 2. перемаршрутизация

Очевидно, что нарушение технологии изготовления ОВ, ВОК и строительства ВОЛС, деградация и возникновение повреждений, а также несанкционированный доступ в такие сети негативно влияют на их качественные показатели и приводят, в конечном счете, к снижению эффективности обслуживания ВОСП и недовольству пользователей услугами, предоставляемыми оператором сети, таблица 4.

Таблица 4 – Факторы, влияющие на эффективность обслуживания ВОСП

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ	ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
Факторы влияния	
Затруднение сопровождения: 1. неполная информация 2. ограниченность оповещения 3. ограниченные средства администрирования сети 4. сложность оперирования потоками информации 5. неэффективная организация документооборота	Затруднение обслуживания: 1. ограниченные объём и достоверность информации 2. отсутствие прогностических данных 3. сложность идентификации и диагностирования нарушений 4. сложность принятия решений и сетевого управления в целом
Для пользователей услуги: 1. недостаточная оперативность 2. недовольство качеством работ 3. неудовлетворённость услугой	Для служб эксплуатации и сервиса: 1. сложность эксплуатации 2. увеличение трудозатрат 3. финансовые потери

Для обеспечения своевременного обнаружения увеличения затухания ОВ, а в местах дефектов – увеличения потерь, вызванных, например, вторжением, и отражений, связанных с развитием микротрещин, необходимо:

- установить соответствие контролируемых параметров ВОЛС регламентируемым нормам;
- определить пределы допустимых погрешностей контроля параметров ВОЛС;
- определить допустимые значения отклонений параметров ВОЛС для формирования предупреждений и тревог;
- создать оптимальный план тестирования сети;
- обеспечить достоверное высокоточное определение значений затухания, потерь и отражений в объектах линии передачи;
- обеспечить связь рефлектометрических (физических) и топологических данных;
- обеспечить своевременность оповещения о возникших инцидентах.

Решение этих задач с использованием СМОК (системы мониторинга оптических кабелей) сводится к оптимизации топологии сети мониторинга и планирования тестов, а также к достижению высокой чувствительности, точности и достоверности анализа результатов тестирования ВОК.

Только в этом случае, введение СМОК (системы мониторинга оптических кабелей) в строящуюся или эксплуатируемую сеть позволит: минимизировать время идентификации и локализации отклонений параметров ВОЛС; контролировать большие сетевые зоны одним квалифицированным специалистом; сократить парк и унификацию оборудования, необходимого для обслуживания всей сети, и в результате повысить эффективность эксплуатации телекоммуникационной сети.

Наряду с вышеизложенным, интенсивное развитие современных сетей телекоммуникаций приводит к периодически возникающим требованиям увеличения пропускной способности каналов связи, а также числа и качества услуг. Решение данной задачи невозможно без наличия информации о значениях потерь и отражений в любой точке оптической сети, а также энергетическом бюджете ее участков.

Все эти проблемы требуют оперативного контроля и диагностики состояния сети связи в процессе эксплуатации. Наиболее эффективно перечисленные задачи могут быть решены с помощью систем удаленного контроля (Remote Fiber Test System – RFTS). В основе действия этих систем лежит использование оптических рефлектометров, которые обеспечивают измерение потерь, ослабления и отражений с одного конца оптического

волокна. Доступ к тестируемым оптическим волокнам обеспечивают оптические переключатели, управлять которыми можно дистанционно. При размещении переключателей в узлах дерева сети одно устройство удаленного тестирования может обеспечить мониторинг более 5000 кабелей.

Литература

1. Иванов А.Б., Ташоян А.Ф., Котляр С.С. Электросвязь. – 2010. https://ozlib.com/994631/tehnika/kontrol_volonno_opticheskikh_linii_svyazi
2. Контроль волоконно-оптических линий связи. <https://ozlib.com/>
3. Кемельбеков Б.Ж., Мышкин В.Ф., Хан В.А. Оптические кабели связи. – Томск, 2001.
4. Кемельбеков Б.Ж., Мышкин В.Ф., Хан В.А. Волоконно-оптические линии связи. – Томск, 2000.
5. Васильев В.Е., Бондаренко О.В., Ларин Ю.Т., Николаев В.Г. Результаты испытаний оптических кабелей на долговечность. // Электросвязь. – 1985. – №10. – С. 29-31.
6. Чупраков В.Ф., Шитов В.В. Температурно-временные воздействия на оптические волокна и кабели. // Электросвязь. – 1988. – №11.
7. Коханенко А.П. Волоконно-оптические линии связи. Физические основы эксплуатации оптического волокна: учебно-методическое пособие / А.П. Коханенко. – Томск: Изд-во ТГУ, 2013. – 64 с.
8. Дьяченко А.А. Влияние температуры на оптические характеристики световодов на основе кварцевого стеклополимера. / А.А. Дьяченко, Ю.С. Милявский // Квантовая электроника. – 1980. – №5. – С. 1118-1120.
9. Власов А.В., Иноземцев В.П., Канунникова Н.А. и др. Влияние температуры на коэффициент затухания и числовую апертуру оптических волокон и кабелей. // Телекоммуникации. – 1981. – №9. – С. 28-30.
10. Grasso G., Portinari A., Pizzorno M., Cherardi L. Attenuation Temperature dependence of coated and cabled optical fibers. Europe Conference of Optical Communication, 1978 sept.

References

1. Ivanov A.B., Tashoyan A.F., Kotlyar S.S. Telecommunication. – 2010. https://ozlib.com/994631/tehnika/kontrol_volonno_opticheskikh_linii_svyazi
2. Control of fiber-optic communication lines. <https://ozlib.com/>
3. Kemelbekov B.Zh., Myshkin V.F., Khan V.A. Optical communication cables. – Tomsk, 2001.
4. Kemelbekov B.Zh., Myshkin V.F., Khan V.A. Fiber-optic communication lines. – Tomsk, 2000.
5. Vasiliev V.E., Bondarenko O.V., Larin Yu.T., Nikolaev V.G. Results of tests of optical cables for durability. // Telecommunications. – 1985. – No. 10. – pp. 29-31.
6. Chuprakov V.F., Shitov V.V. Temperature and time effects on optical fibers and cables. // Telecommunications. – 1988. – No. 11.
7. Kohanenko A.P. Fiber-optic communication lines. Physical bases of optical fiber operation: educational and methodical manual / A.P. Kohanenko. – Tomsk: TSU Publishing house, 2013. – 64 p.
8. Dyachenko A.A. Influence of temperature on optical characteristics of light guides based on quartz glass-polymer / A.A. Dyachenko, Yu.S. Milyavsky // Quantum electronics. – 1980. – No. 5. – pp. 1118-1120.

9. Vlasov A.V., Inozemtsev V.P., Kanunnikova N.A. and others. Influence of temperature on the attenuation coefficient and numerical aperture of optical fibers and cables. // Telecommunication. – 1981. – No. 9. – pp. 28-30.

10. Grasso G., Portinari A., Pizzorno M., Cherardi L. Attenuation Temperature dependence of coated and cabled optical fibers. Europe Conference of Optical Communication, 1978 sept.

КЕМЕЛБЕКОВ Б.Ж. – т.ғ.д., профессор (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

АКАЕВ Н.М. – магистрант (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

ТАЛШЫҚТЫ-ОПТИКАЛЫҚ БАЙЛАНЫС ЖЕЛІСІНІҢ ЖАЙ-КҮЙІН БАҚЫЛАУ ЖӘНЕ БОЛЖАУ

Аңдатпа

Талшықты-оптикалық тарату жүйелерінің қарқынды дамуы және соның салдарынан байланыс желілерінің ақауларын анықтау мен жою уақытын қысқартуға қойылатын талаптардың артуы оларды тез арада анықтап қана қоймай, оларды жою бойынша уақтылы және экономикалық тиімді шаралар қабылдау мақсатында пайда болу мүмкіндігін болжау қажеттілігін туындатады. Сондықтан бақылауды дамытудың келесі эволюциялық қадамы желінің алдын-алу мүмкіндігін қамтамасыз ететін талшықты-оптикалық байланыс желісін болжамды бақылауға көшу болып табылады.

Түйінді сөздер: *талшықты-оптикалық беру жүйесі, талшықты-оптикалық байланыс желісі, талшықты-оптикалық кабель, бақылау, мониторинг, пайдалану, қызмет көрсету, болжау.*

KEMELBEKOV B.Zh. – d.t.s., professor (Almaty, Kazakh university ways of communications)

AKAEV N.M. – master's student (Almaty, Kazakh university ways of communications)

MONITORING AND FORECASTING OF THE STATE OF THE FIBER-OPTIC COMMUNICATION LINE

Abstract

Intensive development of fiber-optic transmission systems and, as a result, increased requirements for reducing the time for detecting and troubleshooting communication lines dictate the need not only to identify them as soon as possible, but also to predict the possibility of occurrence in order to take timely and cost-effective measures to eliminate them. Therefore, the next evolutionary step in the development of control is the transition to predictive control of a fiber-optic communication line, which provides the possibility of preventive maintenance of the network.

Keywords: *fiber-optic transmission system, fiber-optic communication line, fiber-optic cable, control, monitoring, operation, maintenance, forecasting.*

БАТАШОВ С.И. – к.т.н., доцент (Российская Федерация, г. Москва, Российский университет транспорта (МИИТ))

СМИРНОВ В.П. – д.т.н., профессор (Российская Федерация, г. Москва, Российский университет транспорта (МИИТ))

ЧУБОВ Р.С. – аспирант (Российская Федерация, г. Москва, Российский университет транспорта (МИИТ))

СЕРИККУЛОВА А.Т. – к.т.н., доцент (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

МОДЕЛИ ПРОБОЕВ ИЗОЛЯЦИИ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОВЗОВ

Аннотация

Рассмотрены модели пробоев изоляции тяговых электродвигателей (ТЭД) электровазов. Установлено, что основная часть пробоев обусловлена снижением электрической прочности изоляции из-за переувлажнения при продолжительных отстоях электровазов, а меньшая увеличенным значениям и (или) колебаниями напряжения.

Ключевые слова: *электроваз, тяговые электродвигатели, модели, пробой изоляции.*

Математическая модель позволяет прогнозировать надежность изоляции обмоток тяговых электродвигателей (ТЭД) при известном профиле участка эксплуатации, заданной скорости движения поездов и степени нагрузки локомотивов.

Необходимость оценки надежности изоляции и разработки мер по улучшению ее содержания, особенно в зимние периоды эксплуатации, обусловлена тем, что почти половина всех отказов колесно-моторных блоков приходится на пробой изоляции якоря, главных и дополнительных полюсов.

Анализ повреждений изоляции тяговых электродвигателей позволил определить параметр потока таких отказов в течение пяти лет эксплуатации (таблица 1).

Из таблицы 1 (данные одного из депо Восточного региона) следует, что поток отказов ТЭД по годам был неравномерный. Надежность двигателей снижалась в годы с более суровыми метеорологическими условиями зимних периодов.

Эмпирический ряд распределения пробега 512 ТЭД до пробоя изоляции или до ее смены при заводском ремонте характеризуется следующими показателями:

- 1) выборочное среднее значение пробега $x = 1007,5$ тыс. км;
- 2) среднее квадратическое отклонение $\sigma_x = 490,0$ тыс. км;
- 3) коэффициент вариации $V = \sigma_x / x = 0,486$.

Таблица 1 – Параметр потока пробоев изоляции ТЭД

Годы	1	2	3	4	5
$\omega_{ТЭД}, \frac{\text{отказ}}{10^6 \text{ км}}$	7,31	4,89	5,82	6,20	4,27

Вид гистограммы позволил предположить, а соответствующие расчеты показали, что распределение хорошо характеризуется композицией законов Пуассона и экспоненциального с параметрами $\lambda_p = 4,515$ и $\lambda_{\text{exp}} = 0,2$, соответственно. Сходимость распределения с композицией законов проверена по критерию Пирсона и оказалась вполне достаточной.

Основной задачей построения композиции являлось определение весов α и $(1-\alpha)$,

которое выполнено графически. При $\alpha = 0,195$ и $(1-\alpha) = 0,805$ эмпирический ряд хорошо описывается композицией распределения Пуассона и экспоненциального

$$f_k(x) = 0,195(0,2e^{-0,2x}) + 0,805\left(\frac{4,515^m}{m!}e^{-4,515}\right) \quad (1)$$

Теоретическая кривая экспериментального ряда позволяет объяснить характер и причины отказов ТЭД по пробой их изоляции, а также определить пути повышения ее надежности. Известно, что распределение Пуассона в широких условиях описывает закономерности появления внезапных отказов в сложных системах, а экспоненциальное распределение типично для систем с различными λ_{exp} характеристиками в случае, когда влиянием износа можно пренебречь.

Пробой изоляции ТЭД обусловлен кинетикой необратимых физических явлений, происходящих за счет ее нагрева и воздействия случайных факторов, особенно увлажнения в зимний период. Динамика повреждения изоляции ТЭД по временам года показывает, что ее пробои имеют наибольшую частоту в месяцы с наиболее низкой температурой окружающей среды, а также в снегопады и метели. В период работы электровазозов изоляция ТЭД не подвергается опасности увлажнения, так как переход влаги от холодного воздуха к нагретой изоляции весьма затруднен. Непосредственное попадание снега в ТЭД в период метелей при установке с наружной стороны жалюзи снегозащитных фильтров, как показал опыт, почти исключено.

Таким образом, увлажнение изоляции ТЭД возможно при постановке охлажденного электровазоза в отапливаемый цех и резких оттепелях в период нахождения его в запасе. Причиной увлажнения является то, что на поверхности якоря и катушек полюсов при охлаждении воздуха до точки росы образуются капельки влаги или твердый кристаллический налет (иней). Охлаждение воздуха ниже точки росы может наблюдаться при:

- соприкосновении воздуха с поверхностями якоря и катушек полюсов, охлажденными предшествовавшими холодами;
- охлаждении якоря и катушек полюсов ниже температуры воздуха, вследствие непосредственного излучения ими тепла.

Кроме того, охлаждающий воздух содержит водяные пары и, проходя через микропоры и трещины изоляции, сгущается, образуя внутри ее капельки воды, которые впоследствии замерзают.

При вводе электровазоза в отапливаемый цех или в случае постановки ТЭД под нагрузку происходит таяние инея. Эта влага поглощается изоляцией через микропоры, трещины, капилляры, межмолекулярные и внутримолекулярные дырки, что и дает объемное увлажнение.

На основе опытных работ установлено следующее:

1. В период отстоя электровазозов в запасе при работающих вентиляторах состояние изоляции ТЭД находится в пределах нормы как по абсолютному значению ее сопротивления, так и по соотношению емкостей C_2/C_{50} по прибору ПКВ.

2. Состояние изоляции существенно изменяется в процессе работы ТЭД после длительного отстоя при низких температурах.

На рисунке 1 приведены данные замеров отношения C_2/C_{50} во время опытных поездок, в зимних условиях. Электровазозы отправлялись в поездки после отстоя не менее 12 часов при температуре -10°C и ниже. Полученные опытные точки дают область возможных состояний изоляции в процессе работы ТЭД в указанных условиях.

При нагревании изоляции ТЭД в первые 30-40 минут движения с поездом после длительного отстоя электровазоза происходит ее увлажнение. Далее свойства изоляции после прогрева восстанавливаются. Подобные явления объясняются тем, что замерзшая

влага в твердом состоянии не вызывает ухудшения сопротивления и прочности изоляции. При нагревании влага переходит из твердого состояния в жидкое, вызывая увлажнение и снижение диэлектрических свойств. В дальнейшем влага переходит в газообразное состояние (испаряется) и диэлектрические свойства восстанавливаются.

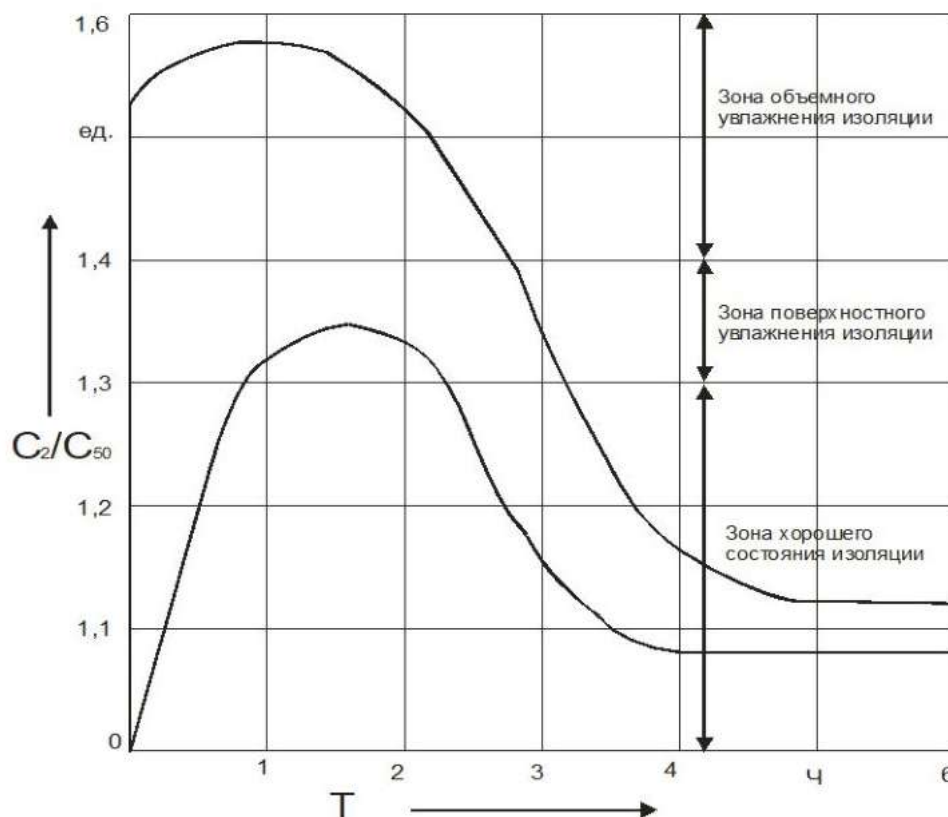


Рисунок 1 – Характеристики состояния изоляции при работе ТЭД после длительного отстоя в зимний период эксплуатации

Анализ экспериментальных данных, длительные наблюдения и исследование закона распределения наработки до пробоя изоляции ТЭД позволяют предложить следующую модель отказа.

Около 20% пробоев изоляции происходит вследствие воздействия повышенного уровня и пиков напряжения (рисунок 2, а). Эта модель приводит к экспоненциальному распределению наработки изоляции до пробоя изоляции, если считать, что уровень электрической прочности незначительно изменяется в процессе эксплуатации.

Значительная часть пробоев изоляции (до 80%) является следствием внезапных кратковременных понижений уровня электрической прочности изоляции вследствие ее увлажнения по различным причинам, особенно в зимнее время (рисунок 2, б).

Такая модель приводит к распределению Пуассона, поскольку изоляцию ТЭД можно рассматривать как сложную систему, элементы которой случайно изменяют свои свойства независимо друг от друга.

Описание общего характера явлений композиционной моделью отказов совместно с анализом конкретных причин повреждений изоляции ТЭД позволили установить, что пробой изоляции возникают в основном от воздействия случайных факторов и в меньшей степени – от постепенного старения.

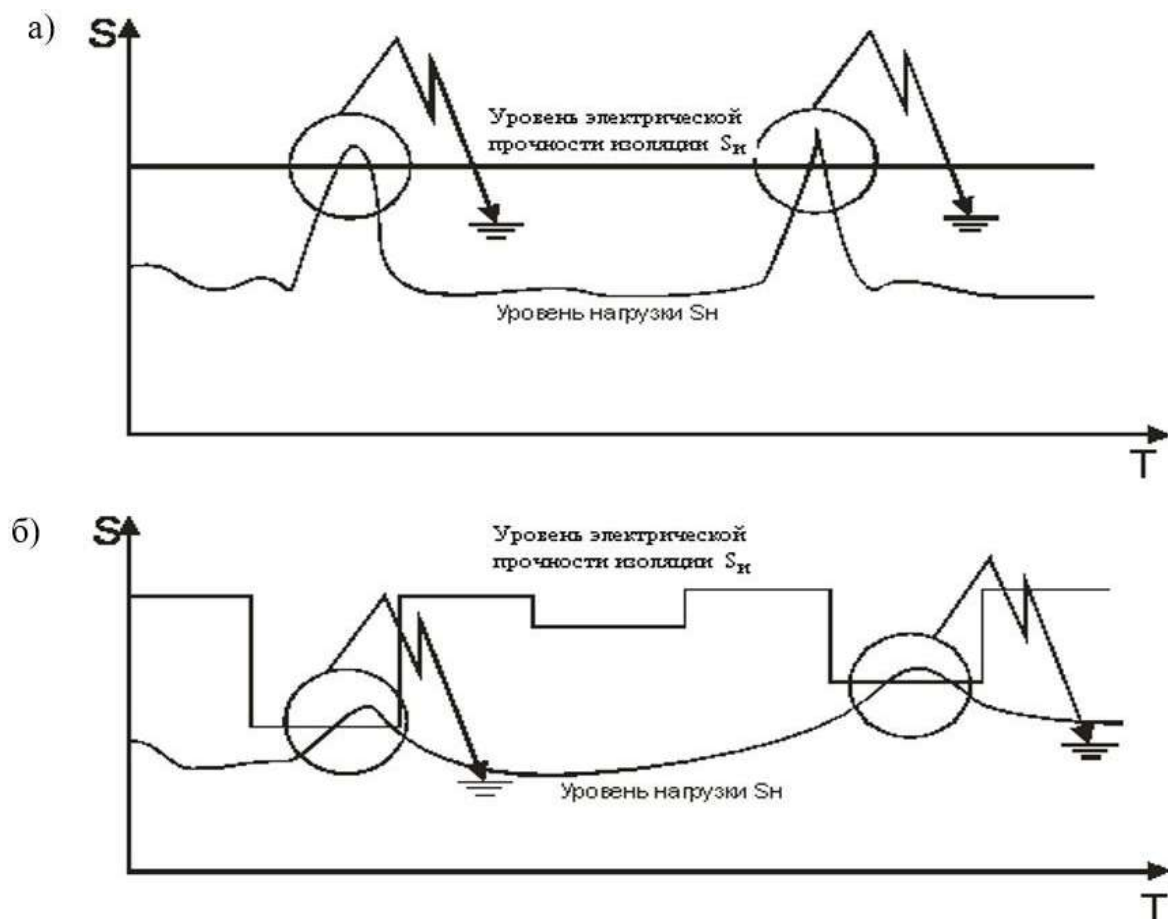


Рисунок 2 – Модели пробоев изоляции ТЭД в эксплуатации:
 а – при увеличенном значении и (или) колебаниях напряжения;
 б – из-за снижения электрической прочности изоляции вследствие переувлажнения при отстое электровоза.

На основе выполненного анализа намечены пути улучшения содержания ТЭД в зимнее время.

Чтобы не допустить увлажнения изоляции при постановке электровозов в отапливаемый цех, следует подогреть ТЭД до температуры выше цеховой на 3-4°C. Перед выдачей электровозов под поезд после длительного отстоя при низких температурах производить сушку изоляции током якоря продолжительного режима в течение 30-50 мин, независимо от ее состояния. Необходимо ввести систематический контроль увлажнения изоляции прибором ПКВ, особенно в зимний период.

Литература

1. Юренков М.Г. Анализ надежности изоляции тяговых электродвигателей НБ-406. // Исследование работы электрооборудования и вопросы прочности электроподвижного состава: Научные труды ОмИИТ. – Омск, 1974. – Т. 163. – С. 58-62.
2. Смирнов В.П. Непрерывный контроль температуры предельно нагруженного оборудования электровоза. – Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2003. – 328 с.
3. Смирнов В.П. Непрерывный контроль температуры предельно нагруженного оборудования электровоза: дис. на соискание учен. степ. докт. техн. наук. – Омск: ОмГУПС, 2005. – 355 с.
4. Куренков А.С., Смирнов В.П. Обоснование и разработка модели функционирования асинхронной вспомогательной машины электровоза переменного тока

восточного полигона РЖД. – М.: РОАТ РУТ (МИИТ), Наука и техника транспорта. – 2017. – № 2. – С. 24-31.

5. Куренков А.С., Попов Ю.И., Соколов О.О., Смирнов В.П., Космодамианский А.С., Баташов С.И. Определение теплового старения изоляции приводного двигателя вентилятора электровоза. – Саратов: СГТУ, Вопросы электротехнологии. – 2014. – № 1(2). – С. 78-82.

6. Куренков А.С., Попов Ю.И., Соколов О.О., Смирнов В.П., Космодамианский А.С., Баташов С.И. Расчет теплового старения изоляции тяговых электродвигателей электровозов. – Саратов: СГТУ, Вопросы электротехнологии. – 2014. – № 1(2). – С. 82-86.

7. Попов Ю.И., Куренков А.С., Соколов О.О., Смирнов В.П., Космодамианский А.С., Баташов С.И. Результаты анализа системы контроля состояния изоляции силового электрооборудования электровоза. – М.: РОАТ РУТ (МИИТ), Современные проблемы совершенствования работы железнодорожного транспорта. – 2014. – № 10. – С. 105-107.

8. Исмаилов Ш.К., Смирнов В.П., Худоногов А.М. Диагностирование изоляции тяговых электродвигателей локомотивов и обеспечение оптимального температурно-влажностного режима её эксплуатации. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2012. – 270 с.

9. Смирнов В.П., Лексаков В.В., Шарапов Д.В., Кармаданов Е.Г. Износ изоляции тяговых электрических машин. – М.: РОАТ РУТ (МИИТ), Наука и техника транспорта. – 2012. – № 4. – С. 62-64.

10. Алексеев Д.Ю., Смирнов В.П., Худоногов А.М., Иванов В.Н. Повышение ресурса изоляции обмоток тяговых электрических машин. – М.: РОАТ РУТ (МИИТ), Наука и техника транспорта. – 2010. – № 2. – С. 18-21.

References

1. Yurenkov M.G. Analysis of the reliability of insulation of traction electric motors NB-406. // Research of electrical equipment and issues of strength of electric rolling stock: Scientific works of OmIIT. – Omsk, 1974. – Т. 163. – pp. 58-62.

2. Smirnov V.P. Continuous temperature control of extremely loaded electric locomotive equipment. – Irkutsk: Publishing House of Irkut State University, 2003. – 328 p.

3. Smirnov V.P. Continuous temperature control of extremely loaded electric locomotive equipment: dis. for the application of a scientist. step. doct. technical sciences. – Omsk: OmGUPS, 2005. – 355 p.

4. Kurenkov A.S., Smirnov V.P. Substantiation and development of a model of functioning of an asynchronous auxiliary machine of an alternating current electric locomotive of the Eastern polygon of the Russian Railways. – М.: РОАТ РУТ (МИИТ), Science and Technology of transport. – 2017. – No. 2. – pp. 24-31.

5. Kurenkov A.S., Popov Yu.I., Sokolov O.O., Smirnov V.P., Kosmodamiansky A.S., Batashov S.I. Determination of thermal aging of insulation of electric locomotive fan drive motor. – Saratov: SSTU, Questions of electrical technology. – 2014. – No 1(2). – pp. 78-82.

6. Kurenkov A.S., Popov Yu.I., Sokolov O.O., Smirnov V.P., Kosmodamiansky A.S., Batashov S.I. Calculation of thermal aging of insulation of traction electric motors of electric locomotives. – Saratov: SSTU, Questions of electrical technology. – 2014. – No 1(2). – pp.82-86.

7. Popov Yu.I., Kurenkov A.S., Sokolov O.O., Smirnov V.P., Kosmodamiansky A.S., Batashov S.I. Results of the analysis of the insulation condition monitoring system of electric locomotive power equipment. – М.: РОАТ РУТ (МИИТ), Modern problems of improving the work of railway transport. – 2014. – No. 10. – pp. 105-107.

8. Ismailov Sh.K., Smirnov V.P., Khudonogov A.M. Diagnostics of insulation of traction electric motors of locomotives and ensuring optimal temperature and humidity conditions of its operation. – М.: FGBOU "Educational and Methodological center for education in railway

transport", 2012. – 270 p.

9. Smirnov V.P., Leksakov V.V., Sharapov D.V., Karmadanov E.G. Insulation wear of traction electric machines. – M.: ROAT RUT (MIIT), Science and Technology of transport. – 2012. – No. 4. – pp. 62-64.

10. Alekseev D.Yu., Smirnov V.P., Khudonogov A.M., Ivanov V.N. Increasing the insulation resource of windings of traction electric machines. – M.: ROAT RUT (MIIT), Science and Technology of transport. – 2010. – No. 2. – pp. 18-21.

БАТАШОВ С.И. – т.ғ.к., доцент (Ресей Федерациясы, Мәскеу қ., Ресей көлік университеті (МИИТ))

СМИРНОВ В.П. – т.ғ.д., профессор (Ресей Федерациясы, Мәскеу қ., Ресей көлік университеті (МИИТ))

ЧУБОВ Р.С. – аспирант (Ресей Федерациясы, Мәскеу қ., Ресей көлік университеті (МИИТ))

СЕРІКҚҰЛОВА А.Т. – т.ғ.к., доцент (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

ЭЛЕКТРОВОЗДАРДЫҢ ТАРТҚЫШ ЭЛЕКТР ҚОЗҒАЛТҚЫШТАРЫНЫҢ ОҚШАУЛАУ ТЕСІКТЕРІНІҢ МОДЕЛЬДЕРІ

Аңдатпа

Электровоздардың тартқыш Электр қозғалтқыштарының (ТЭД) оқшаулау тесіктерінің модельдері қарастырылған. Тесіктердің негізгі бөлігі электровоздардың ұзақ тұруы кезінде батпақтану салдарынан оқшаулаудың электрлік беріктігінің төмендеуімен, ал кернеудің жоғарылау мәндерінің және (немесе) ауытқуларының аз болуымен байланысты екендігі анықталды.

Түйінді сөздер: *электровоз, тартқыш электр қозғалтқыштары, модельдер, оқшаулаудың бұзылуы.*

BATASHOV S.I. – c.t.s., assoc. professor (Russian Federation, Moscow, Russian university of transport (MIIT))

SMIRNOV V.P. – d.t.s., professor (Russian Federation, Moscow, Russian university of transport (MIIT))

CHUBOV R.S. – postgraduate student (Russian Federation, Moscow, Russian university of transport (MIIT))

SERIKKULOVA A.T. – c.t.s., assoc. professor (Almaty, Kazakh university ways of communications)

MODELS OF INSULATION BREAKDOWNS OF TRACTION ELECTRIC MOTORS OF ELECTRIC LOCOMOTIVES

Abstract

Models of insulation breakdowns of traction electric motors (TED) of electric locomotives are considered. It has been established that the main part of the breakdowns is due to a decrease in the electrical insulation strength due to waterlogging during prolonged standstills of electric locomotives, and the smaller part is due to increased values and (or) voltage fluctuations.

Keywords: *electric locomotive, traction motors, models, insulation breakdowns.*
УДК 69+691:699.8

МУРЗАЛИНА Г.Б. – т.ғ.к., қауым. профессор (Алматы қ., Халықаралық білім беру корпорациясы (Қазақ бас сәулет-құрылыс академиясы))

УСМАНБАЕВ Е.А. – магистрант (Алматы қ., Халықаралық білім беру корпорациясы (Қазақ бас сәулет-құрылыс академиясы))

ОРАМ МАТЕРИАЛДАРЫНАН ЖАСАЛҒАН ТӨБЕ ЖАБЫНДЫСЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫМДАРЫНЫҢ ДАМУЫН ТАЛДАУ

Аңдатпа

Бұл мақалада орам материалдарынан жасалған төбе жабындыларының құрылымдарының дамуын талдау қарастырылған. Сонымен қатар төбе жабындыларының орамды түрінің құрылыс материалдары нарығындағы үш негізгі тобы ұсынылған.

Түйінді сөздер: *төбе жабындысы, рулонды материалдар, битум-полимерлі, әйнек талшық, әйнек мата, полиэстер, тотыққан битум, полимерленген битум, ерітілген төбе жабындысы, рубероид, мастика, гидроәйнекизол.*

Соңғы онжылдықта битум-полимерлі және полимерлік тиімді орамды төбе жабындыларының материалдарының тізімі едәуір кеңейді. Мұндай материалдардан жасалған төбе жабындылары 20 жылдан кем емес қызмет ету мерзімімен сипатталады [1].

Жоғары физикалық-техникалық қасиеттері бар осындай тиімді оқшаулағыш материалдарды қолдану жоғары пайдалану сенімділігі кезінде төбе жабындылары мен гидрооқшаулағыш қабатын (оқшаулағыш қабаттардың санын азайту есебінен) орнатудың еңбек сыйымдылығын едәуір төмендетуді қамтамасыз етеді.

Халық-шаруашылық маңызы бар маңызды мәселелердің бірі қазіргі заманғы төбе жабындыларының материалдарын өндіруде тұрмыстық және өнеркәсіптік қалдықтарды пайдалану мәселесі болып табылады. Бұл мәселені шешу табиғатты сақтау міндетімен тікелей байланысты.

Осындай кең таралған қалдықтардың қатарына жалпы әлемдік көлемі 25 млн. тоннадан асатын тозған автошабандоздар жатады.

Жыл сайын әлемде қоқысқа 7 млн. тоннадан астам автомобиль шиналары тасталады.

Тек Қазақстан мен ТМД-да жарамсыз болып қалған автошиналардың жыл сайынғы көлемі 1 млн. тоннадан асады. Осыған байланысты осы тиімді шикізатты, атап айтқанда прогрессивті төбе жабындыларының материалдарын өндіру үшін ұтымды пайдалану міндеті өте маңызды болып табылады [2].

Ресей мен шетелде төменгі және қалыпты температураларда резеңке үгіндісіне және ұнтақтарға (полимерлік қоспаларды және құрылыс материалдарын дайындау кезінде табиғи және синтетикалық каучукты ауыстыру үшін) шиналарды қайта өңдеудің және оқшаулау мен төбе жабындыларының материалдары үшін (жұмсақ және қатты төбе жабындылары, мастиктер) резеңке қоспаларды және резеңке-битумды композицияларды өндіруге регенерат алу технологиялары белгілі.

Бұл бағыт келешекте алдыңғы бағыттардың бірі болып саналады. Алайда, бүгінгі таңда біздің елде жарамсыз шиналардың тек 10%-ы ғана осындай өнімдерге өңделеді.

Автошиналарды қайта өңдеудің технологиялық тәсілдерін дамыту нәтижесінде алынатын шикізатты пайдалану қажетті бастапқы физикалық-техникалық сипаттамалары бар жаңа орамды резеңке-полимерлік материалдарды (резеңкепласттар) алуға мүмкіндік береді.

Алайда, бүгінгі таңда мұндай материалдарды орамды төбе жабындыларын салу кезінде қолдану тәжірибесі әлі де аз, бұл олардың уақыт бойынша пайдалану сенімділігі мен экономикалық тиімділігін нақты бағалауға мүмкіндік бермейді.

Жазық шатырды жабу кезінде ең көп таралған және тиімді шешім – бұл ерітілетін төбе жабындысы. Бұл полимерлі битум компоненттерінен жасалған орамды материал, ол жақсы гидрооқшаулаумен ерекшеленеді, бұл оны ғимараттардың әртүрінде қолдануға мүмкіндік береді (1 сурет). Ерітілетін төбе жабындысының материалдарының ерекшеліктері оны төсеу технологиясына және одан әрі пайдалануға әсер етеді, оны оған қойылатын барлық талаптар мен нұсқаулықтарды ескере отырып жүргізу керек.



1 сурет – Ерітілетін төбе жабындысы

Төбе жабындысына арналған қазіргі ерітілетін материалдар шіруге және көгерудің пайда болуына жақсы тұрақтылығымен ерекшеленеді. Бұл материалдың әр негізі өзіндік сипаттамаларға ие, ол сәйкесінше өзіндік құнына, сондай-ақ қолданылатын аумақтық ауданға әсерін тигізеді. Бұған сондай-ақ ерітілетін төбе жабындысын орнату мен дайындалған орамның маркасында байланысты [3].

Қазіргі ерітілетін төбе жабындысының қызмет ету мерзімі 25-30 жылға дейін – қазіргі материалдар осындай уақыт аралығында өздерінің қасиеттерін сақтайды. Алайда, әр қабаттың сауатты монтажының жағдайында жүзеге асырылады. Қателіктер қабылданбайды, өйткені олардың құрылысын түзету мүмкін емес. Егер қателері жергілікті болса, төбе жабындысының бір бөлігін қайтадан монтаждауға тура келеді немесе толық қайтадан монтаждалады.

Ерітілетін төбе жабындысы үшін материалдар көп қабатты құрылымды. Негізге екі жағынан тұтқырлағыш зат жағылады, ал оған қорғау қабаты құйылады. Бұл қабаттардың бірнеше нұсқалары бар. Олардың комбинациялары әр түрлі өзіндік қасиеттер мен сипаттамалар береді.

Материалдың қасиеттерінің маңызды бөлігін тұтқырлағыш жағылатын негізі құрайды. Егер ол созылатын болса, онда ерітілетін төбе жабындысы үшін материалда белгілі бір дәрежеде өзінің өлшемдерін өзгерте алады, егер ол деформацияға жол бермесе, онда материал жыртылады.

Бүгінгі таңда келесі негіздер бар:

Әйнек талшық (X) – бұл ең нәзік негіз, оның сапасы битум жабынының мөлшеріне байланысты. Сондай-ақ, бұл материал іс жүзінде серпімді емес, сондықтан тасымалдау кезінде зақымдауы мүмкін. Егер әйнек талшық деформацияланған болса, төсеу кезінде ол жарылып кетеді. Осы сипаттамаларға сүйене отырып, тұрғын ғимараттарының шатырына бұл негізден төбе жабындысының материалын пайдалану ұсынылмайды.

Әйнек мата (Т) – бұл негіз шыны талшыққа қарағанда әлдеқайда берік және бір-бірімен айқасқан әйнек жіп болып табылады.

Полиэстер (Э) – полиэстер негізіндегі ең қымбат материал, берік және сенімді. Бір-бірімен қалай болса солай айқасқан полимерлі талшықтар болып табылатын оның құрылымы, үлкен тозуға төзімділікке ықпал етеді, бұл тіпті үлкен механикалық жүктемелерге төтеп беруге мүмкіндік береді.

Тотыққан битум – бұл негіз үшін ең арзан материал, бірақ оны жабынның жоғарғы қабаты үшін қолдану ұсынылмайды, өйткені ультракүлгін сәулелерден қорғау үшін қосымша түрлі ұнтақтарды қолдану қажет болады. Сондықтан тотыққан битум температураның кенеттен өзгеруі байқалмайтын аймақтарда жақсы қолданылады.

Полимерленген битум – бұл ерітілетін негіздің ең көп таралған түрі. Бұл материал тегіс емес рельефі бар шатырларды жабуға жарамды, өйткені ол өте «жұмсақ» және беттің барлық тегіс емес жерлерін қайталайды. Сондай-ақ, полимерленген битум -15-тен -25 °C-қа дейінгі температура диапазонында қолданылады, бұл оны климаты қатал аймақтарда қолдануға мүмкіндік береді.

Ерітілетін төбе жабындысын орнатпас бұрын көптеген ерекшеліктерді ескеру керек:

- пайдалану шарттары (ауырларға полиэстер мен полимерленген битум негізіндегі жабын қолайлы);

- шатырдың рельефі мен ауданы, көлбеу пайызы, аңғарлар мен шыңдар саны;
- деформациялық жүктемелер (шөгу, діріл);
- қыста және жазда максималды температура;
- жылына жауын-шашынның орташа мөлшері.

Ең озық материалдарды полиэстер негізінде жасайды. Өндірушілердің айтуы бойынша бұл материалдар 25-30 жыл бойы өздерінің барлық қасиеттерін сақтайды. Ерітілетін төбе жабындылары, егер монтаждауы дұрыс болған жағдайда, соншалықты күрделі жөндеусіз пайдаланылады. Полиэстер негізіндегі ерітілетін материалдардың кемшілігі – орнату кезіндегі жоғары бағасы. Алайда жөндеу мен ауыстыруға үнемдеуге болады [4].

Тұтқыр заттарда ерітілетін төбе жабындылары үшін материал қасиеттерінің жиынтығын анықтайды, бірақ беріктікке емес, гидрооқшаулағыш қасиеттерге және атмосфералық әсерлерге тұрақтылыққа әсер етеді. Сонымен қатар, бұл қабат негізбен немесе астыңғы қабатпен жанасу (адгезия) дәрежесіне жауап береді.

Резеңке-битумды және битум-полимерлі құрамының сипаттамалары ең жақсы болып табылады. Олардың пайдалануға болатын температураларының кең диапазоны бар. Ерітілетін төбе жабындылары үшін материалдарды таңдағанда, осы параметрге назар аудару керек, өйткені оның кейбіреулері жоғары температураға (+150 °C дейін), ал кейбіреулері төмен температураға (-50 °C дейін) шыдайды. Сондықтан оларды шатастыруға болмайды.

Ерітілетін төбе жабындысы, әдетте, көп қабатты, ал әртүрлі қабаттарға арналған материалдар әртүрлі сипаттамаларға ие болуы керек. Төмендегілер гидрооқшаулағышты, дыбысты сіңіруді қамтамасыз етуі керек және мүмкін болса, жылу оқшаулау қасиеттеріне ие болуы керек. Бұл материалдар төсеніш материалдары деп аталады және таңбаланған кезде олар таңбалаудың үшінші орнында «П» әрпімен белгіленеді.

Шатырдың үстінгі қабатына арналған ерітілетін материалдар қосымша бетінің механикалық зақымға және ауа-райының әсерлеріне жоғары қарсылығына ие болуы керек. Бұл материалдар «төбе жабындысы» деп аталады және аббревиатурада үшінші позицияда «К» әрпімен көрсетілген.

Ерітілетін материалдардағы байланыстырғыш жабысқақ болғандықтан, оны бір нәрсемен жабу керек. Олар мұны әртүрлі өлшемдегі тас жоңқаларының немесе пластикалық пленканың көмегімен жасайды. Кейде қорғаныс қабаты ретінде фольга (Фольгоизол) қолданылады. Мұндай материалдар ыстық климаты бар елдерде

қолданылады. Температураны төмендету үшін фольга қажет – төменгі қабаттар әдеттегі материалдарды пайдаланғанға қарағанда 15-20 °C аз қызады.

Қорғау қабатының түрі материалдардың сипаттамаларына және қолдану аймағына айтарлықтай әсер ететіндіктен (төсеніш материалдарға екі жағынан ұсақ түйіршікті және шаңтекес түрінде жағылады), олардың таңбалары да көрсетеді – бұл екінші әріп.

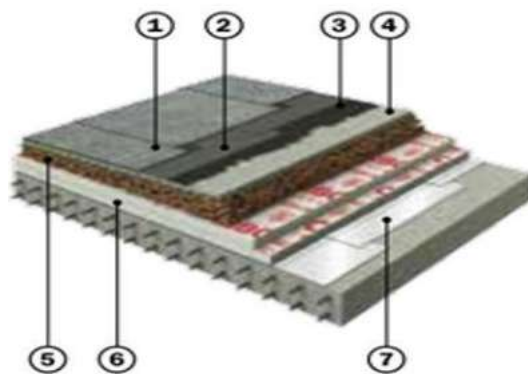
Бұл ерітілетін материалдарды таңдағанда білуді қажет қысқаша барлық сипаттамалық белгілері. Қолданбас бұрын сипаттаманы, қолдану саласы мен техникалық ерекшеліктерін зерттеу қажет.

Ерітілетін рулонды төбе жабындысын көбінесе темірбетонды негіз бойынша жасайды, плиталар арасындағы түйісуі М150 және жоғары маркалы ерітіндісімен жабылуы керек.

Егер ерітілетін төбе жабындысы тегіс болса, онда суағарға немесе сужинайтын шұңқырларға қарай 1,7% кем емес еңіс орындау қажет. Бұны әдетте жылытқыш көмегімен орындайды. Орамды ерітілетін материалдарды өндірушілер берілген еңісімен жылытқыш плиталарды шығарады. Оларды бағытын сақтай отырып, жай төсеп орындайды.

Төбе жабындысының материалы астына қандай қабаттарды қолданамыз. Бу оқшаулау жоғарғыда орналасқан жылытқыштың қабаттарын ылғалмен қанықтырудан қорғайды, бұл әсіресе жылытқыш ретінде тас мақтаны пайдалану кезінде маңызды. Ол дымқылдан қорқады.

Ылғалдылық жоғарылаған сайын оның жылу оқшаулау қасиеттері айтарлықтай төмендейді, ал егер дымқыл күйде қатып қалса, онда ол еріген кезде шаңға айналады және сіздің шатырыңыз суық болады. Сондықтан бу оқшаулау қабатын төсеген кезде түйісулердің тығыздығына, өтулердің дұрыс бөлінуіне ерекше назар аударылады (2 сурет).



1 – төбе жабындысының жоғарғы қабаты; 2 – төбе жабындысының төменгі қабаты; 3 – битумды праймер; 4 – арматураланған цементті-құмды тегістеуіш қабаты; 5 – керамзиттен немесе экструзиялық пенополистиролдың сына тәрізді плитасынан еңіс беретін қабаты; 6 – жылытқыш – экструзиялық пенополистирол немесе тас мақта; 7 – буоқшаулау – Биполь Техноэласт, Унифлекс.

2 сурет – Ерітілетін төбе жабындысымен жылытылған жазық шатырдың құрамы

Жазық шатырды жылыту кезінде суағарға немесе қабылдау шұңқырларына қарай еңіс (1,5% кем емес) беру қажеттілігін есте ұстаған жөн. Сондай-ақ, тегістеуіш қабатын құйған кезінде де бірдей еңіс сақталады. Оның минималды қалыңдығы 5 см, М150-ден төмен емес. Күшке ие болған тегістеуіш қабаты (құйылған сәттен бастап кемінде 28 күн) битум праймерімен жағылады, бұл төбе жабындысының қабатының тегістеуіш қабатымен қалыпты адгезиясын қамтамасыз етеді [5].

Төбе жабындысын орнату бойынша үшін дұрыс ұйымдастыру-технологиялық шешімді дұрыс таңдау үшін қолданылатын материалдардың түрін ғана емес, сонымен қатар конструкцияның өзін және төбе жабындысын монтаждау және орнату технологиясын ескеру қажет.

Төбе жабындысының пайдалану күйіне бірнеше құрамдас бөліктер әсер етеді: қолданылатын материалдар (олардың физика-технологиялық қасиеттері), конструкциясы және орындау технологиясы, сондай-ақ монтаждау кезінде жұмысты ұйымдастыру. Қандай материалдарды қолдануға болатынын қарастырамыз. Орам және мастика түріндегі жұмсақ төбе жабындылары кеңінен қолданылады.

Жұмсақ төбе жабынының рулонды түрі құрылыс материалдары нарығында үш негізгі топпен ұсынылған [6,7].

Бірінші топ: картон негізі бар битумды материалдар. Оларға рубероид, рубемаст және т.б. жатқызамыз. Топ орнату мен жайластырудың салыстырмалы түрде төмен құнына байланысты өндіріс және сату сегментінің үлкен бөлігін алады, бірақ объектіні пайдалану кезінде айтарлықтай шығындарға әкеледі.

Сонымен қатар, бұл топ тез тозуымен, төмен сенімділік деңгейі, температураның өзгеруіне нашар төзімділігі, ыдырау процестерінің тез таралуы, аязға нашар төзімділігі және тиімділік үшін бірнеше қабаттарды төсеу қажеттілігімен сипатталады.

ЕО елдері зиянды еңбек жағдайлары мен қоршаған ортаға теріс әсер ететіндіктен, бұл топтың материалдарын шатыр жұмыстарына пайдалануға тыйым салған. ТМД елдерінде, мысалы, Ресейде 1995 жылы Мәскеу үкіметі шатыр құрылымдары үшін рубероидты пайдалануға тыйым салды. Кейінірек бұл дереккөздерде көрініс тапты [6-10].

Екінші топ: шіруге ұшырамайтын негіздегі битумды материалдар. (шыны талшықтары, полиэстер, шыны талшықтар). Оларға гидростеклоизол, линокром, бикрост және т.б. жатады. Бұл материалдардың кемшіліктері – битумды жабын массасының нашар адгезиясы, аздаған созылуда үзілуі және шамамен 2-4 жыл төмен ұзақ мерзімділігі.

Сондай-ақ гидростеклоизол жер асты құрылымдарын гидрооқшаулауға арналған және шатыр материалы ретінде негізсіз қолданыла бастағанын атап өткен жөн. Сондықтан ҚазҚСҒЗИ 1994 жылғы 15 ақпандағы №45-10/93 хатында [11] «Полимерстройматериалы» НПО-ға жолданған хатында шатырларды орнату кезінде гидростеклоизолды қолдануға болмайды, өйткені пайдалану тәжірибесі ақаулар 1-2 жылдан кейін жарықтар түрінде пайда болатынын көрсетті.

Үшінші топ: Атактикалық полипропиленмен (АПП) модификацияланған немесе стирол-бутадиен-стирол каучугімен (СБС) модификацияланған битум негізіндегі БПМ.

1 кестені талдай отырып, үшінші топтағы материалдар кәдімгі битум негізіндегі материалдардан айтарлықтай артықшылықтарға ие деп айта аламыз.

1-кесте – Тұтқырлардың негізгі сипаттамалары

Тұтқыр материалдардың техникалық сипаттамалары	БНК 90/30 маркалы шатыр битумы	Атактикалық полипропиленмен модификацияланған битум	Стирол-бутадиен-стирол резеңкемен модификацияланған битум
Жұмсарту температурасы, °C	90	150-165	120-145
Дөңгелектеу радиусы 20 мм арқаудағы икемділік, °C	-20	-35	-50
Ультракүлгін сәулелерге төзімділік	төмен	тұрақты	оң
Бетонға адгезия	орташа	жоғары	оң

Енді шатырды жабуға арналған мастиканы қарастырамыз. Негізгі әртүрлі формадағы полимер-битум немесе битумды материал болып табылады. Мاستика -40-тан +110 °С-қа дейінгі кең температура диапазонында өзінің қасиеттерін сақтайды, бұл оның Қазақстанның климаттық аймақтарындағы материалдың маңызды артықшылығы болып табылады.

Мастика – құрылыс және жөндеу жұмыстарын орындау кезінде өте ыңғайлы, герметикалық, берік және тозуға төзімді қабат.

Ыстық немесе суық түрінде қолданылатын гидрооқшаулағыш мастикалар болып бөлінеді. Суықтарға судағы және органикалық еріткіштердегі мастикалар жатады: битумды, битум-полимерлі, резеңке-битумды және т.б. Сондай-ақ шатырдың беріктігін арттыру үшін шыны талшықты материалдармен мастиканы арматуралауға болады.

Мысалы, атаклон, изопласт (АПП негізіндегі материалдар) және изоэласт, бикроэласт (СБС негізіндегі материалдар) Қазақстанда қазірдің өзінде қолданылып жүр. Оларды қолдану тәжірибесі көрсеткендей, СБС негізіндегі материалдар АПП негізіндегі материалдарға қарағанда төмен температурада серпімділігі жоғары және тозуға төзімділігі жоғары Солтүстік Қазақстан жағдайларына барынша жарамды [12].

Мұны шет елдердегі тәжірибе де растайды: жоғары температура жағдайлары бар елдерде АПП модификаторлары бар материалдар (Франция, Испания, Италия), ал төмен температура жағдайлары бар елдерде СБС модификаторлары бар материалдар (Скандинавия елдері, Канада, АҚШ-тың солтүстік бөлігі) қолданылады.

Осылайша, орам материалдарының ең жақсысы СБС модификаторлары бар БПМ болып табылады. Олар Қазақстанда пайдалану жағдайы бойынша жақсы сипаттарды көрсетті.

Әдебиеттер

1. Шитов А.А. Исследование эксплуатационных свойств конструкций кровель из наплавляемых рулонных материалов. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. – М., 2011. – 131 с.

2. Горшков В.С., Кац Б.И., Глотова Н.А. Применение отходов синтетических каучуков и латексов в производстве полимерных строительных материалов. // Серия 6, выпуск 2. – М.:ВНИИЭСМ, 1916. – С. 1-2.

3. Крыжановский В.К., Бурлов В.В., Паниматченко А.Д., Крыжановская Ю.В. Технические свойства полимерных материалов: Учебно-справочное пособие. – СПб.: Изд-во «Профессия», 2013.

4. Иванов В.В., Пешкова А.В. Факторы, снижающие эксплуатационную долговечность кровель из наплавляемых рулонных материалов. / Сборник научных трудов ЦНИИПромзданий. – М., 2011. – С. 139-149.

5. Гликин С.М., Воронин А.М. Эксплуатационная надежность рулонных кровель. // Промышленное и гражданское строительство. – 2010. – №10. – С. 35-36.

6. СП РК 2.04-107-2013. Строительная теплотехника. Издание официальное. Комитет по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан. АО «КазНИИСА». Астана, 2013. – 46 с.

7. Теличенко В.И., Касьянов В.Ф., Сокова С.Д., Доможиллов В.Н. Кровля. Современные материалы и технология. М: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2012. – 455 с.

8. УСН РК 8.02-03-2018. Конструкции крыш и кровель зданий непроизводственного назначения. Сборник 5. АО «КазНИИСА». Астана, 2018. – 630 с.

9. СП РК 3.02-137-2013. Свод правил республики Казахстан. Крыши и кровли. АО «КазНИИСА». Астана, 2013. – 44 с.

10. СП РК 2.04-01-2017. Строительная климатология. Издание официальное. Комитет по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан. АО «КазНИИСА». Астана, 2017. – 43 с.
11. Клопунов И.С. Организационно-технологические основы повышения эффективности устройства мягких кровельных покрытий. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Сибирская Государственная автомобильно-дорожная академия. – Омск, 2000. – 144 с.
12. Завадский В.Ф., Косач А.Ф. Производство стеновых материалов и изделий: Уч. пособие. – Новосибирск: НГАСУ, 2000. – 168 с.

References

1. Shitov A.A. Investigation of operational properties of roof structures made of surfaced rolled materials. Dissertation for the degree of Candidate of technical sciences. – M., 2011. – 131 p.
2. Gorshkov B.C., Katz B.I., Glotova N.A. The use of synthetic rubber and latex waste in the production of polymer building materials. // Series 6, issue 2. – Moscow: VNIIESM, 1916. – pp. 1-2.
3. Kryzhanovsky V.K., Burlov V.V., Panimatchenko A.D., Kryzhanovskaya Yu.V. Technical properties of polymer materials: An educational reference manual. – St. Petersburg: Publishing house "Profession", 2013.
4. Ivanov V.V., Peshkova A.V. Factors reducing the operational durability of roofs made of surfaced rolled materials. / Collection of scientific papers of Tsniipromzdanii. – M., 2011. – pp. 139-149.
5. Glikin S.M., Voronin A.M. Operational reliability of rolled roofs. // Industrial and civil construction. – 2010. – No. 10. – pp. 35-36.
6. SP RK 2.04-107-2013. Construction heat engineering. The publication is official. Committee on Construction and Housing and Communal Services of the Ministry of Investment and Development of the Republic of Kazakhstan. KazNIISA JSC. Astana, 2013. – 46 p.
7. Telichenko V.I., Kasyanov V.F., Sokova S.D., Domozhilov V.N. Roofing. Modern materials and technology. Moscow: Publishing House of the Association of Construction Universities, 2012. – 455 p.
8. USN RK 8.02-03-2018. Constructions of roofs and roofs of non-industrial buildings. Collection 5. KazNIISA JSC. Astana, 2018. – 630 p.
9. SP RK 3.02-137-2013. Code of Rules of the Republic of Kazakhstan. Roofs and roofs. KazNIISA JSC. Astana, 2013. – 44 p.
10. SP RK 2.04-01-2017. Construction climatology. The publication is official. Committee on Construction and Housing and Communal Services of the Ministry of Investment and Development of the Republic of Kazakhstan. KazNIISA JSC. Astana, 2017. – 43 p.
11. Klopunov I.S. Organizational and technological bases for improving the efficiency of the device of soft roofing. Dissertation for the degree of Candidate of technical sciences. Siberian State automobile and road academy. – Omsk, 2000. – 144 p.
12. Zavatsky V.F., Kosach A.F. Production of wall materials and products: Textbook. – Novosibirsk: NGASU, 2000. – 168 p.

МУРЗАЛИНА Г.Б. – к.т.н., ассоц. профессор (г. Алматы, Международная образовательная корпорация (Казахская головная архитектурно-строительная академия))

УСМАНБАЕВ Е.А. – магистрант (г. Алматы, Международная образовательная корпорация (Казахская головная архитектурно-строительная академия))

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ КОНСТРУКЦИЙ КРОВЕЛЬНОГО ПОКРЫТИЯ ИЗ РУЛОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация

В данной статье анализируется развитие кровельных конструкций из рулонных материалов. На рынке строительных материалов по типу рулонной кровли также выделяют три основные группы.

Ключевые слова: кровля, рулонные материалы, битумно-полимерный, стеклохолст, стеклоткань, полиэстер, окисленный битум, полимеризованный битум, наплавляемая кровля, рубероид, мастика, гидростеклоизол.

MURZALINA G.B. – c.t.s., assoc. professor (Almaty, International educational corporation (Kazakh leading architecture and civil engineering academy))

USMANBAEV E.A. – master's student (Almaty, International educational corporation (Kazakh leading architecture and civil engineering academy))

ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT OF ROOFING STRUCTURES MADE OF ROLLED MATERIALS

Abstract

This article analyzes the development of roofing structures made of rolled materials. In the building materials market, there are also three main groups according to the type of roll roofing.

Key words: roofing, roll materials, bitumen-polymer, fiberglass, fiberglass, polyester, oxidized bitumen, polymerized bitumen, deposited drop, roofing material, mastic, hydrostekloizol.

УДК 622.352

ТУРДАЛИЕВ А.Т. – т.ғ.д., профессор (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

ЖҰМАНОВ М.Ә. – т.ғ.к., доцент (Алматы қ., әл-Фараби ат. Қазақ ұлттық университеті)

БАЙЖҰМАНОВ Қ.Д. – т.ғ.к., доцент (Алматы қ., әл-Фараби ат. Қазақ ұлттық университеті)

ДЖУМАБЕКОВА Д.А. – магистр (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

ЖЫЛУ СОРҒЫЛАРЫН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ТҮРҒЫН ҮЙЛЕРДІ ЖЫЛУМЕН ҚАМТУ

Аңдатпа

Энергия тапшылығы әлем бойынша үлкен проблема тудырып отыр. Геотермальды энергия көздерін қолдана отырып тұрғын үйлерді жылу, сонымен қатар энергиямен қамтамасыз ету. Бұл жаңашыл, әрі әлеуеті зор экологиялық энергия көзі болып

табылады. Осыған байланысты жұмыста топырақ пен жер асты сулары, төмен потенциалды энергия көздеріне жылу сорғыларын қолдана отырып, автономды жылумен жабдықтау жүйесі қарастырылған.

Түйінді сөздер: геотермальды энергия, жылу сорғы, буландырғыш, компрессор.

Геотермальды энергетика – жердің табиғи жылуын пайдалануға негізделеді. Жер қойнауы орасан зор, іс жүзінде таусылмайтын энергия көзі болып табылады. Біздің планетамыздағы ішкі жылудың жыл сайынғы сәулеленуі $2,8 \cdot 10^{14}$ млрд. кВт*сағ құрайды. Ол жер қыртысындағы кейбір изотоптардың радиоактивті ыдырауымен үнемі өтеледі. Қазіргі әлемде қазбалы отынның жаңартылмайтын көздерінің сарқылуына байланысты баламалы энергия көздеріне сұраныс артып келеді. Жыл сайын жылу сорғылары шығаратын жылу энергиясының үлесі артып келеді.

Жылу сорғыларын қолдана отырып жылумен жабдықтау кезінде дәстүрлі жылу шығаратын қондырғыларды қолдану арқылы, жылумен жабдықтауға қарағанда бастапқы отын аз жұмсалады, нәтижесінде елді мекендердің экологиялық жағдайына теріс әсер ететін зиянды заттардың аз мөлшері шығарылады. Сондай-ақ, олардың негізінде жылумен жабдықтау жүйелерін қолдану орталықтандырылған энергия және жылумен жабдықтау жүйелерінен алыс автономды орталықтар құруға мүмкіндік береді. Бұл Қазақстан Республикасы аумағында қажеттілік болып табылады, мұнда негізгі проблема елдің аумағында энергияның біркелкі бөлінбеуі болып табылады.

Бұл жұмыста топырақ пен жер асты сулары, төмен потенциалды энергия көздеріне жылу сорғыларын қолдана отырып, автономды жылумен жабдықтау жүйесін қамту болып табылады.

Геотермальдық энергия-бұл жердің табиғи жылуынан алынған энергия. Бұл жылуға ұңғымалардың көмегімен қол жеткізуге болады. Ұңғымадағы геотермиялық градиент әр 36 метр сайын 10°C -қа артады. Бұл жылу бетіне бу немесе ыстық су түрінде жеткізіледі. Мұндай жылуды үйлер мен ғимараттарды жылыту үшін де, электр энергиясын өндіру үшін де пайдалануға болады. Жылу аймақтары әлемнің көптеген бөліктерінде кездеседі.

Әр түрлі есептеулер бойынша жердің ортасындағы температура минимум 6650°C құрайды. Жердің салқындату жылдамдығы шамамен миллиард жылда $300-350^{\circ}\text{C}$ құрайды. Жер құрамында 42×10^{12} Вт жылу бар, оның 2% қабығында және 98% мантия мен ядрода болады. Қазіргі заманғы технологиялар тым терең ыстыққа қол жеткізуге мүмкіндік бермейді, бірақ қол жетімді геотермальдық энергияның $840,000,000,000$ Вт (2%) адамзаттың қажеттіліктерін ұзақ уақыт қамтамасыз ете алады. Континентальды плиталардың шеттерінің айналасындағы аудандар геотермальдық станцияларды салу үшін ең жақсы орын болып табылады, өйткені мұндай аймақтардағы қыртыстар әлдеқайда жұқа.

Геотермальдық электр станцияларының көптеген артықшылықтары бар:

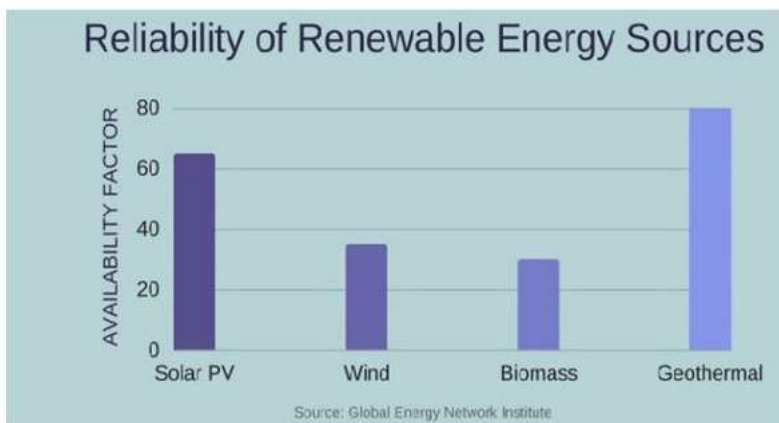
- Салыстырмалы түрде экологиялық таза. Көмір электр станцияларынан айырмашылығы, геотермальдық электр станциялары тұрақты қоры бар жаңартылатын жылу көзін пайдаланады. Зерттеулер көрсеткендей, салаға жалпы әлемдік әлеуеттің 6,5%-ы ғана тартылған, ал бұл энергия алдағы бірнеше жылға жетеді деген сөз. Сонымен қатар, геотэс-тен парниктік газдың мөлшері көмір электр станцияларын бөлудің тек 5% құрайды.

- Энергияның көп мөлшері. ГеоТЭС үлкен қуатқа ие: олар дамыған елдерде де, дамушы елдерде де жыл сайын өсіп келе жатқан энергияға сұранысты қанағаттандыруға айтарлықтай көмектесе алады.

- Энергетикалық қауіпсіздік. Жергілікті геотермальдық ресурстарды пайдалана отырып, басқа елдерден көздерді жеткізу қажеттілігі азаяды, бұл өз кезегінде сыртқы әсерлерге тәуелділікті азайтады және біздің энергетикалық қауіпсіздігімізді арттыруға көмектеседі.

- Тұрақты бағалар. Кәдімгі электр станциялары отынға тәуелді, сондықтан олар өндіретін электр энергиясының құны отынның нарықтық бағасына байланысты өзгереді. ГеоТЭС отынды пайдаланбайтындықтан, олардың құнын ескерудің қажеті жоқ және олар өз тұтынушыларына тұрақты электр қуатын ұсына алады.

- Төмен техникалық қызмет көрсету. Геотермальдық қондырғылар дәстүрлі электр станцияларымен салыстырғанда аз күтімді қажет етеді. Нәтижесінде олар сенімді және арзан.

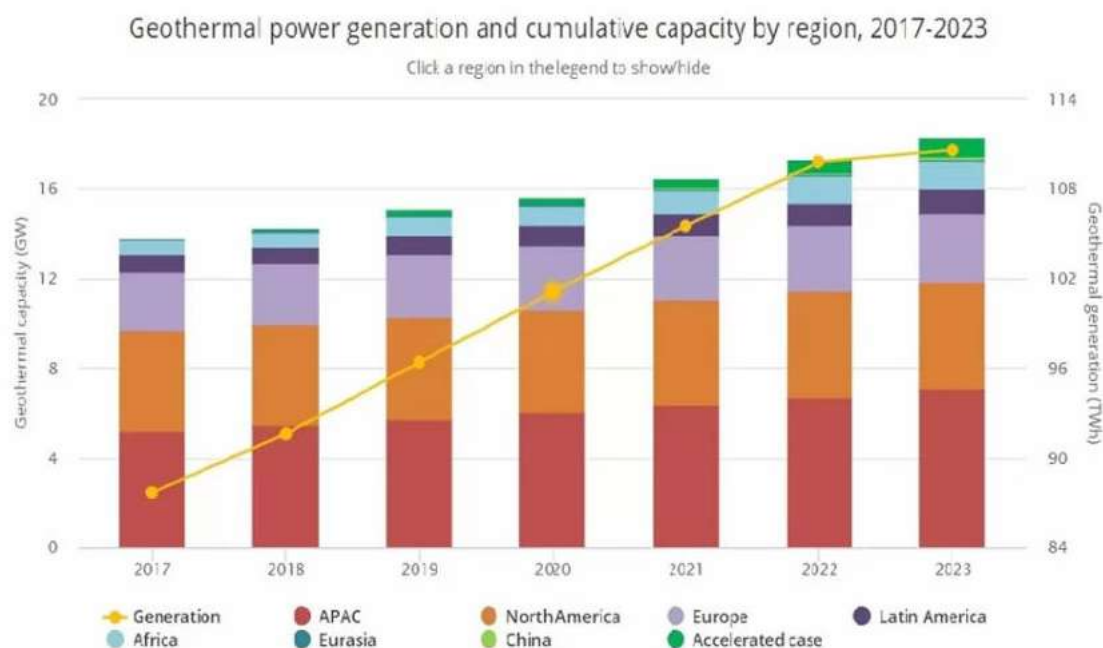


1 сурет – Басқа жаңартылатын энергия көздерімен салыстырғанда геотермальдық энергияның қолжетімділік коэффициенті.

Дереккөз: online edition: greenmatch – advantages and disadvantages of geothermal energy – renewable heat.

- Жаңартылатын және тұрақты көзі. Жаңартылмайтын энергия көздерінен айырмашылығы геотермальдық энергия ешқашан аяқталмайды. Жер тіршілік етсе, геотермальдық энергия болады, ГеоТЭС жұмыс істейді.

- Тұрақты энергиямен жабдықтау. Басқа жаңартылатын энергия көздерінен айырмашылығы, геотермалдық тұрақты энергиямен қамтамасыз ете алады: сыртқы факторларға қарамастан тәулігіне 24 сағат, аптасына 7 күн, жылына 365 күн. Мысалы, күн батареялары тек күн ішінде электр энергиясын өндіре алады. Сол сияқты жел турбиналары жеткілікті желмен ғана қуат өндіреді. Олар көмір, мұнай және газ баламаларына қарағанда аз орын алады. Олар жер бетінен алыс болса да, олардың ауданы шамалы болады.

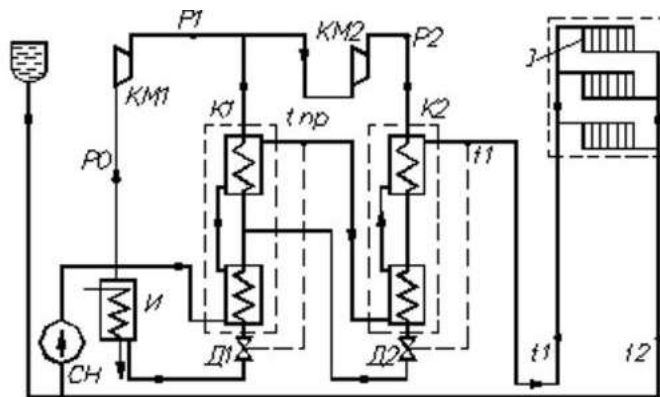


2 сурет – Геотермиялық өндіріс және аймақтар бойынша жалпы қуаттылық, 2017-2023 жж. Geothermal production and total capacity by region, 2017-2023 Source: website of the International Energy Agency.

- Шу деңгейі төмен жұмыс. Геотермальдық энергияны өндіруде шу аз болады. Шудың негізгі көзі – салқындату жүйелеріндегі желдеткіштер. Оның деңгейін төмендету үшін инженерлер демпферлік материалдарды генератор цехтарына орната алады. Бұл шудың ластануын азайтуға көмектеседі.

2 суреттен көріп отырғандай геотермальдық электр энергетикасындағы біріншілікті АҚШ сақтайды. Содан кейін Филиппин мен Индонезия, Италия, Жапония және Жаңа Зеландия келеді. Геотермальдық энергетика Мексикада, Орталық Америка елдерінде және, әрине, Исландияда белсенді дамуда – онда барлық энергия шығындарының 99% геотермальдық көздер есебінен өтеледі. Никарагуа Папуа-Жаңа Гвинеядан озып келеді, ал Қазақстан бұл тізімде ең құрметті орынға ие емес. Себебі бәріміз білетіндей бұл энергетиканы өндіру Қазақстанда әлі дамымаған. Бірақ Қазақстанның орналасу жері қоңыржай белдігінде болғандықтан, энергия көзін өндіру мүмкіншілігі зор.

Жылу сорғыларын ғимараттарды жыл бойы ауа баптаумен, ыстық сумен жабдықтаумен және әртүрлі кәсіпорындардың технологиялық қажеттіліктерімен жылыту үшін қолдануға болады. Алайда жылу сорғыларын пайдалану экономикалық тұрғыдан негізделуі керек.



3 сурет – Жылу сорғыларының көмегімен жылумен жабдықтау схемасы.

1. Жс - желілік сорғы.
2. κ_1, κ_2 - конденсатор.
3. p_0 - қысым.
4. $t_{a.m}$ - аралық температура.
5. b - буландырғыш.
6. $\kappa M_1, \kappa M_2$ - компрессор.
7. t_1, t_2 - температура.
8. d_1, d_2 - дроссель клапандары.

Жылу сорғыларының көмегімен жылумен жабдықтау схемасы 3 суретте көрсетілген. Жұмыс істеу принципіне келсек. Жылыту қондырғысынан су жс желілік сорғыға жіберіледі және екі сатылы схема бойынша жұмыс істейтін және желілік су бойынша тізбектеліп қосылған κ_1 және κ_2 конденсаторларына жылыту үшін оларға айдалады. κ_1 төменгі сатыдағы конденсаторда су, t_2 температурасынан $t_{a.m}$ аралық температурасына дейін қызады. Осыдан кейін су κ_2 екінші сатысының конденсаторына жіберіледі, онда ол t_1 температурасына дейін қызады. Әрі қарай, су жылыту жүйесіне кіреді, жылытылатын бөлмелерге жылу береді және, t_2 температурасында ол қайтадан жылу тасымалдағыш қондырғыға түседі.

Төмен температура көзінен (су немесе ауа) жылу буландырғышта қайнаған жұмыс денесіне өтеді, оның буы p_0 қысымымен буландырғыштан және κM_1 төменгі сатысының компрессорына жіберіледі, онда ол p_1 қысымына дейін қысылады. κM_1 компрессорынан кейін жұмыс денесі екі ағынмен бөлінеді. Олардың бірі κ_1 конденсаторына түседі. Басқа ағын κM_2 компрессорына келіп, p_2 қысымына дейін сығылады. κM_2 компрессорынан жұмыс денесінің буы κ_2 конденсаторына түседі, онда салқындатқышты $t_{a.m}$ аралық температурасынан t_1 температурасына дейін қыздырады. κ_2 конденсаторынан сұйық жұмыс денесі d_2 дроссель клапаны арқылы κ_1 конденсаторына шығарылады. Кейін бүкіл сұйық жұмыс денесі дроссельді вентиль d_1 арқылы буландырғышқа өтеді.

Жылу тасымалдау машинасының жұмыс режимі жылу жүйесінің ережесімен анықталады. Жылыту маусымының сыртқы температурасының жоғарылауымен тек κM_1 төменгі сатысының компрессоры жұмыс істейді. Бұл жағдайда κM_1 компрессорынан кейінгі жұмыс денесінің барлық ағымы κ_1 конденсаторына түседі, онда салқындатқышты t_1 температурасына дейін қыздырады. Жылу тасымалдағыш машина d_1 дроссельдік клапанына әсер ететін температура реттегіші арқылы реттеледі.

Төменгі сыртқы температура кезінде, κM_2 компрессоры және екінші сатыдағы κ_2 конденсаторы іске қосылады. $T_{a.m}$ -дан t_1 температурасына дейінгі температура диапазонындағы қондырғының жұмысын реттеу d_2 дроссельдік клапанына әсер ететін температура реттегішінің көмегімен жүзеге асырылады.

Геотермальдық энергияның басты пайдалы ерекшеліктеріне: Біріншіден, оның қорлары іс жүзінде таусылмайды. Екіншіден, геотермальдық энергия өте кең таралған. Оның концентрациясы негізінен жердің 1/10 бөлігін алып жатқан белсенді сейсмикалық және вулкандық белсенділік белдеулерімен байланысты. Үшіншіден, геотермальдық энергияны пайдалану үлкен шығындарды қажет етпейді, өйткені бұл жағдайда біз табиғаттың өзі жасаған «пайдалануға дайын» энергия көздері туралы айтып отырмыз және геотермальдық энергия экологиялық тұрғыдан мүлдем зиянсыз және қоршаған ортаны ластанайтындығы бүгінгі күні өзекті мәселе болып саналады.

1. Тепловые насосы. <https://works.doklad.ru/view/yf0p9VtQ-Jo/2.html>
2. Типы тепловых насосов для отопления: виды, преимущества и применение URL: <https://ventbazar.ua/blog/tipy-teplovyx-nasosov-dlya-otopleniya.html>
3. Многообразие тепловых насосов для отопления: подробная классификация URL: <https://6sotok-dom.com/dom/otoplenie/teplonasosy-klassifikaciya.html>
4. Геотермальное отопление дома URL: <https://www.burovik.ru/geotermalnoe-otoplenie.html>
5. Технология освоения геотермальных ресурсов URL: <https://baltfriends.ru/ru/books/vozobnovlyaemaya-energetika-severo-zapada-resursy/ispolzovanie-geotermalnoy-energii-celey>
6. Реальные преимущества и недостатки URL: <https://sovet-ingenera.com/eco-energy/teplovye-nasosy/geotermalnoe-otoplenie-doma-svoimi-rukami.html>
7. Ranking of largest geothermal plants worldwide in 2018 URL: <https://www.statista.com/statistics/525206/geothermal-complexes-worldwide-by-size/>
8. Тепловой насос. Правда о его эффективности. Виды тепловых насосов и их правильное подключение URL: <https://www.youtube.com/watch?v=cQLU78h-AIQ>
9. Availability Factor of Geothermal Energy in Comparison to Other Renewables URL: <https://www.greenmatch.co.uk/blog/2014/04/advantages-and-disadvantages-of-geothermal-energy>

References

1. Thermal pump. <https://works.doklad.ru/view/yf0p9VtQ-Jo/2.html>
2. Types of heat pumps for heating: types, advantages and application URL: <https://ventbazar.ua/blog/tipy-teplovyx-nasosov-dlya-otopleniya.html>
3. Many types of heat pumps for heating: additional classification URL: <https://6sotok-dom.com/dom/otoplenie/teplonasosy-klassifikaciya.html>
4. Geothermal heating of the House URL: <https://www.burovik.ru/geotermalnoe-otoplenie.html>
5. Technology of adaptation of geothermal resources URL: <https://baltfriends.ru/ru/books/vozobnovlyaemaya-energetika-severo-zapada-resursy/ispolzovanie-geotermalnoy-energii-celey>
6. Real advantages and disadvantages of the URL: <https://sovet-ingenera.com/eco-energy/teplovye-nasosy/geotermalnoe-otoplenie-doma-svoimi-rukami.html>
7. Ranking of largest geothermal plants worldwide in 2018 URL: <https://www.statista.com/statistics/525206/geothermal-complexes-worldwide-by-size/>
8. Thermal pump. The truth about its effectiveness. View of heat pumps and their correct connection URL: <https://www.youtube.com/watch?v=cQLU78h-AIQ>
9. Availability Factor of Geothermal Energy in Comparison to Other Renewables URL: <https://www.greenmatch.co.uk/blog/2014/04/advantages-and-disadvantages-of-geothermal-energy>

ТУРДАЛИЕВ А.Т. – д.т.н., профессор (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

ЖУМАНОВ М.А. – к.т.н., доцент (г. Алматы, Казахский национальный университет им. аль-Фараби)

БАЙЖУМАНОВ К.Д. – к.т.н., доцент (г. Алматы, Казахский национальный университет им. аль-Фараби)

ДЖУМАБЕКОВА Д.А. – магистр (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ ЖИЛЫХ ДОМОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

Аннотация

Энергодефицит представляет большую проблему во всем мире. Теплоснабжение, а также энергоснабжение жилых домов с использованием геотермальных источников энергии, это инновационный и перспективный источник экологической энергии. В этой связи, в работе приведено автономное теплоснабжение с применением тепловых насосов к источникам энергии с низким потенциалом грунтовых и подземных вод.

Ключевые слова: геотермальная энергия, тепловой насос, испаритель, компрессор.

TURDALIEV A.T. – d.t.s., professor (Almaty, Kazakh university ways of communications)

ZHUMANOV M.A. – c.t.s., assoc. professor (Almaty, Al-Farabi Kazakh national university)

BAIZHUMANOV K.D. – c.t.s., assoc. professor (Almaty, Al-Farabi Kazakh national university)

DZHUMABEKOVA D.A. – master's degree (Almaty, Kazakh university ways of communications)

HEAT SUPPLY OF RESIDENTIAL BUILDINGS USING HEAT PUMPS

Abstract

Energy shortage is a big problem all over the world. Heat supply, as well as energy supply of residential buildings using geothermal energy sources, is an innovative and promising source of ecological energy. In this regard, the paper presents an autonomous heat supply using heat pumps to energy sources with a low potential of ground and groundwater.

Key words: geothermal energy, heat pump, evaporator, compressor.

УДК 62.83.52

СУЛТАНГАЗИНОВ С.К. – д.т.н., профессор (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

ТОКСАНБАЕВА Б.А. – магистр, ст. преподаватель (г. Актобе, Баишев университет)

КУРБАНГАЛИЕВА Н.Б. – преподаватель (г. Актобе, Актюбинский региональный университет им. К. Жубанова)

ИЗМЕНЕНИЯ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ПОГРУЖНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Аннотация

В этой статье рассматриваются изменения основных рабочих параметров насоса в зависимости от его частоты вращения при работе на систему со статическим

напором. Приводится в аналитической и графической форме зависимости для их определения.

Ключевые слова: насос, трубопровод, напорные характеристика, гидравлические потери, частота вращения, мощность.

Более высокую эффективность обеспечивают способы регулирования, основанные на изменении частоты вращения рабочих колес центробежных насосов.

Изменение частоты вращения рабочего колеса насоса ведет к изменению всех его рабочих параметров. При этом изменяется положение характеристик насоса. При изменении частоты вращения насоса пересчет характеристик осуществляется с помощью так называемых формул:

$$Q_1 / Q_2 = n_1 / n_2; \quad (1)$$

$$H_1 / H_2 = (n_1 / n_2)^2; \quad (2)$$

$$N_1 / N_2 = (n_1 / n_2)^3 \quad (3)$$

$$M_1 / M_2 = (n_1 / n_2)^2 \quad (4)$$

$$H_c = H_{ct} + SQ^2 \quad (5)$$

где H_c - напор в начале трубопровода;

S - гидравлическое сопротивление трубопровода;

H_{ct} - статический напор, обусловленный разностью геодезических отметок подачи и приема жидкости.

$$N = \frac{\rho g Q H}{1000 \eta_H} \quad (6)$$

где ρ - плотность жидкости, кг/м³;

Q - подача насоса, м³/с;

g - ускорение свободного падения, $g = 9.81$ м/с²;

H - напор насоса, м;

η_H - КПД насоса.

В отдельных частных случаях, например, при работе одиночного насоса без статического напора, формулы приведения можно использовать для определения рабочих параметров насоса, работающего с измененной частотой вращения.

Ниже рассматриваются изменения основных рабочих параметров насоса в зависимости от его частоты вращения при работе на систему со статическим напором. Приводится в аналитической и графической форме зависимости для их определения.

Напорная характеристика центробежного насоса, работающего с переменной частотой вращения, описывается согласно [5] уравнением

$$H = H_{\phi} \left(n / n_{\text{ном}} \right)^2 - S_{\phi} Q^2 \quad (7)$$

где H_{ϕ} и S_{ϕ} – фиктивные параметры насоса;

n и $n_{\text{ном}}$ – переменное и номинальное значения частоты вращения насоса соответственно.

Из (5) видно, что гидравлические потери в насосе при одной и той же подаче не зависят от частоты вращения. Это значит, что при ее изменении напорные характеристики насоса остаются подобными друг другу и только изменяют свое положение по вертикали в координатах Q и H . На графике (рисунок 1) представлена характеристика трубопровода, на который работает насос. Характеристика трубопровода описывается зависимостью (5). Пересечение характеристик 1,2,3 насоса, последовательно изменяющего свою частоту вращения n_1, n_2, n_3 , с характеристикой 4 трубопровода определяет положение рабочих точек a_1, a_2, a_3 . Этим точкам соответствуют значения рабочих параметров насоса: напора H_1, H_2, H_3 и подачи Q_1, Q_2, Q_3 . Таким образом, рабочие точки характеристики насоса при изменении его частоты вращения располагаются на характеристике трубопровода.

Совместным решением уравнений характеристик трубопровода (5) и насоса (7) относительно параметра Q получена зависимость изменения подачи насоса от его частоты вращения:

$$Q = Q_6 \sqrt{\frac{(n/n_{\text{ном}})^2 - (H_{\text{п}}/H_{\phi})}{1 - (H_{\text{п}}/H_{\phi})}} \quad (8)$$

Из (8) видно, что подача насоса зависит не только от частоты вращения, но и от отношения $H_{\text{п}}/H_{\phi}$.

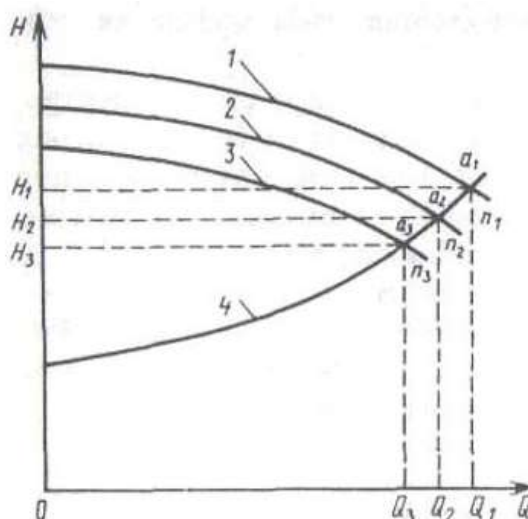


Рисунок 1 – График совместной работы насоса, работающего с переменной частотой вращения, и трубопровода: 1-4 – напорные характеристики насоса при n_1, n_2, n_3, n_4 соответственно; 5 – характеристика трубопровода.

Принимая в качестве базисных значений Q_6, H_6 и $n_{НОМ}$ зависимость (8) приводят к виду

$$Q^i = \sqrt{\frac{n^{i,2} - (H_{\Pi}^i / H_{\Phi}^i)}{1 - (H_{\Pi}^i / H_{\Phi}^i)}}, \quad (9)$$

где $Q^i = Q / Q_6$ — относительная подача;

$n^i = n / n_{НОМ}$ — относительная частота вращения насоса;

$H_{\Pi}^i = H_{\Pi} / H_6$ — относительный статический напор;

$H_{\Phi}^i = H_{\Phi} / H_6$ — относительная фиктивная высота подъема жидкости.

С использованием (9) на рисунке 2 приведена графически зависимость изменения подачи насоса от его частоты вращения для разных значений отношения H_{Π}^i / H_{Φ}^i . Представленные кривые наглядно показывают, что квадратичная зависимость изменения подачи от частоты вращения насоса наблюдается только при $H_{\Pi}^i / H_{\Phi}^i = 0$, т.е. при работе без статического напора. Аналогичным образом получена зависимость изменения напора, развиваемого насосом, от его частоты вращения

$$H^i = H_{\Pi}^i + (1 + H_{\Pi}^i) \left[\frac{n^{i,2} - (H_{\Pi}^i / H_{\Phi}^i)}{1 - (H_{\Pi}^i / H_{\Phi}^i)} \right] \quad (10)$$

С использованием (10) построена зависимость напора насоса от его частоты вращения при разных значениях H_{Π}^i / H_{Φ}^i (рисунок 3).

При построении этой зависимости принято $H_{\Phi}^i = 1,25$, характерное для многих насосов, предназначенных для подачи чистой воды. Аналогичные зависимости могут быть построены с помощью (10) и для других значений H_{Φ}^i , т.е. для насосов с другой крутизной напорной характеристики $Q-H$.

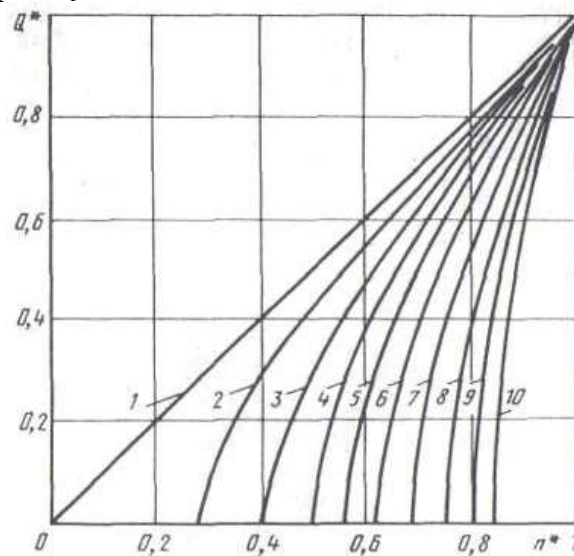


Рисунок 2 – Изменение подачи насоса в зависимости от частоты вращения при различных значениях $H_{\text{п}}/H_{\text{ф}}$: 1-0; 2-0,08; 3-0,16; 4-0,24; 5-0,32; 6-0,4; 7-0,48; 8-0,56; 9-0,64; 10-0,72.

Важнейшим параметром насоса является его КПД. Изменение КПД в зависимости от частоты вращения насоса определяют с помощью формулы Муди, преобразованной для насосов:

$$\frac{1-\eta^2}{1-\eta_1} = \left(\frac{D_1^2 n_1}{D_2^2 n_2} \right)^2 \quad (11)$$

где η_2, n_2, D_2 – КПД, частота вращения и диаметр рабочего колеса насоса;
 η_1, n_1, D_1 – то же геометрически подобного насоса. После некоторых преобразований получаем

$$\eta = 1 - \frac{1-\eta_{\text{НОМ}}}{n^{\dot{\epsilon}}}, \quad (12)$$

где $\eta_{\text{НОМ}}$ – значение КПД при номинальной частоте вращения насоса.

Следует подчеркнуть, что КПД насоса при номинальной частоте вращения не является номинальным КПД. За номинальный КПД насоса принимается только максимальное значение КПД при номинальной частоте вращения рабочего колеса насоса. Прочие значения КПД насоса при номинальной частоте вращения задаются обычно в виде опытных кривых и приводятся в каталогах насосов. Зависимость значения КПД от значений подачи при постоянной номинальной частоте вращения для наиболее распространенных насосов средней и большой мощности (Д и В соответственно) описывается эмпирически:

$$\eta^{\dot{\epsilon}} = \eta / \eta_{\text{НОМ}} = 1 - (1 - Q^{\dot{\epsilon}})^{2,3} \quad (13)$$

Важным параметром насоса является его механическая характеристика, т.е. зависимость момента сопротивления насоса от частоты вращения. От вида механической характеристики зависят энергетические показатели привода – потери в приводе и его КПД.

Момент сопротивления, N^*m , любого механизма, в том числе и насоса, определяется выражением

$$M_C = 9569 N / n \quad (14)$$

где N – мощность, кВт;
 n – частота вращения, об/мин.

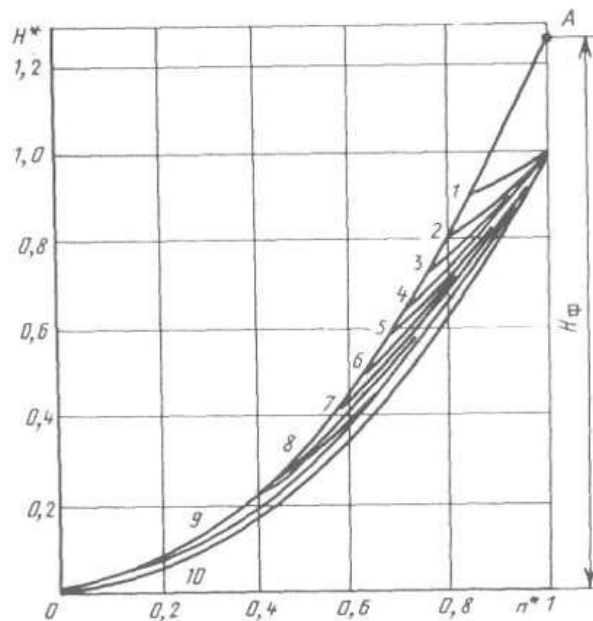


Рисунок 3 – Изменение напора насоса в зависимости от частоты вращения при $H_{\phi}^i = 1,25$ и различных значениях H_{Π}/H_{ϕ} : 1-0; 2-0.16; 3-0.24; 4-0.3; 5-0.4; 6-0.48; 7-0.56; 8-0.64; 9-0.72; 10-0.8.

Подставляя в (14) значения мощности из (6), получаем выражение момента сопротивления, H^*m , насоса через его рабочие параметры:

$$M_c = \frac{9565 \rho g Q H}{1000 \eta_H n} = 9.565 \frac{\rho g Q H}{\eta_H n} \quad (15)$$

В относительных единицах (15) имеет вид

$$M_c^i = \frac{Q^i H^i}{\eta^i n^i} \quad (16)$$

С использованием уравнений (8), (10), (12) (13) путем подстановки значений рабочих параметров насоса в (16) определены и построены графически механические характеристики насоса для различных значений H_{Π}^i/H_{ϕ}^i (рисунки 4-5). Представленные зависимости наглядно демонстрируют отличие механических характеристик насосов от квадратичной параболы, построенной в соответствии с (4), что дает основание представить формулу приведения (4) в более общем виде:

$$\frac{M_1}{M_2} = \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^k, \quad (17)$$

где $k = 2 \div 5$.

Меньше значения k относятся к одиночным насосам, работающим без статического напора, большие – к насосам, работающим с большим статическим напором. Для насосов систем водоподачи и водоотведения $k=3\div 5$.

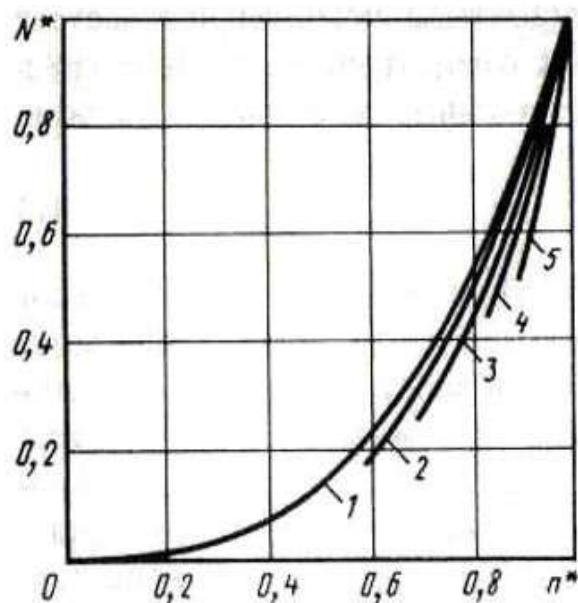


Рисунок 4 – Изменение потребляемой насосом мощности в зависимости от частоты вращения при различных значениях H_p/H_ϕ : 1-0; 2-0.32; 3-0.48; 4-0.64; 5-0.8.

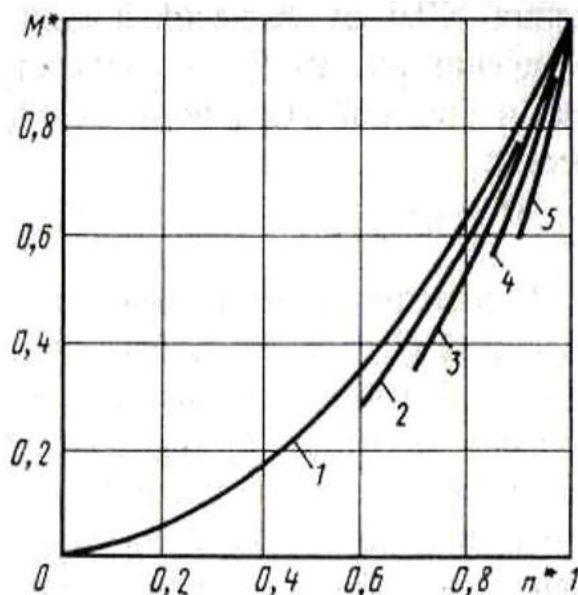


Рисунок 5 – Изменение момента сопротивления насоса в зависимости от частоты вращения при различных значениях H_p/H_ϕ : 1-0; 2-0.32; 3-0.48; 4-0.64; 5-0.8.

Уравнением (15) и (16) справедливы до тех пор, пока развиваемый насосом напор не сравняется со статическим напором. С этого времени подача насоса и его КПД становятся равными нулю и уравнения обращаются в неопределенность вида $0/0$, что соответствует граничной частоте вращения

$$n_{ГР} = n_{НОМ} \sqrt{\frac{H_{ПР}}{H_{\Phi}}}, \quad (18)$$

которая определяет границу между рабочим и нерабочим режимами насоса.

После уменьшения частоты вращения насоса ниже граничной момент сопротивления изменяется в соответствии с уравнением

$$M_C = (M_0 - M_T) (n/n_{НОМ})^2 + M_T, \quad (19)$$

где M_0 – момент сопротивления насоса при закрытой задвижке и номинальной частоте вращения насоса;

M_T – момент сопротивления насоса, обусловленный трением в его сальниках и подшипниках.

Момент M_0 определяется подстановкой в (14) значения мощности холостого хода насоса и его номинальной частоты вращения. Момент M_T согласно опытным данным составляет 5-10% номинального момента насоса.

Целесообразно поддерживать такую частоту вращения насоса, при которой в координатах $Q-H$ геометрическое место его рабочих точек лежало бы на рабочей характеристике трубопровода. Совместным решением уравнения напорной характеристики насоса (7) и трубопровода (5) относительно частоты вращения получено выражение

$$n = n_{НОМ} \sqrt{\frac{H_{П}}{H_{\Phi}} + \left(1 - \frac{H_{П}}{H_{\Phi}}\right) \left(\frac{Q}{Q_6}\right)^2} \quad (20)$$

где $H_{П}$ – статическая составляющая напора;

H_{Φ} – фиктивная высота подъема жидкости при нулевой подаче;

Q_6 – наибольшая для данной системы подача насоса.

Работа насоса с частотой вращения, определяемой уравнением (20), обеспечивает поддержание минимальных значений напора на выходе насосной установки во всем диапазоне изменения ее подачи. Благодаря ликвидации превышения напора энергопотребление насоса уменьшается до необходимого минимума.

При регулировании частоты вращения в соответствии с (20) снижение энергопотребления по абсолютному значению равно потерям, обусловленным превышением напоров, которые имеют место при работе насосов с постоянной частотой вращения.

Литература

1. Грей Ф. Добыча нефти. – М, 2006. – 416 с.
2. Ивановский В.Н., Дарищев В.И., Сабиров А.А., Каштанов В.С., Пекин С.С. Скважинные насосные установки для добычи нефти. – М, 2002. – 824 с.
3. Щуров В.И. Технология и техника добычи нефти: Учебник. – М, 2005. – 510 с.

4. Нефтегазопромысловое оборудование: учебник. / Под общ. ред. В.Н. Ивановского. – М., 2006. – 720 с.
5. Лезнов Б.С. Экономия электроэнергии в насосных установках. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 144 с.
6. Масленко В.В. Автоматизированный электропривод. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 410 с.
7. Чиликин М.Г., Сандлер А.С. Теория автоматизированного электропривода. – М.: Энергоиздат, 1981. – 576 с.
8. Тиристорные преобразователи частоты в электроприводе. – М.: Энергия, 1979. – 616 с.
9. Сандлер А.С., Сарбатов Р.С. Автоматическое частотное управление асинхронными двигателями. – М.: Энергия, 1974. – 328 с.
10. Ильинский Н.Ф. Основы электропривода. – М.: Издательство «МЭИ», 2003. – 221 с.

References

1. Gray F. Oil production. – M, 2006. – 416 p.
2. Ivanovskiy V.N., Darishchev V.I., Sabirov A.A., Kashtanov V.S., Pekin S.S. Borehole pumping units for oil production. – M, 2002. – 824 p.
3. Shchurov V.I. Technology and technique of oil production: Textbook. – M, 2005. – 510 p.
4. Oil and gas field equipment: textbook. / Under the general editorship of V.N. Ivanovsky. – M, 2006. – 720 p.
5. Leznov B.S. Saving electricity in pumping plants. – M.: Energoatomizdat, 1991. – 144 p.
6. Maslenko V.V. Automated electric drive. – M.: Energoatomizdat, 1986. – 410 p.
7. Chilikin M.G., Sandler A.S. Theory of automated electric drive. – M.: Energoizdat, 1981. – 576 p.
8. Thyristor frequency converters in electric drive. – M.: Energia, 1979. – 616 p.
9. Sandler A.S., Sarbatov R.S. Automatic frequency control of asynchronous motors. – M.: Energiya, 1974. – 328 p.
10. Ilyinsky N.F. Fundamentals of electric drive. – M.: Publishing house "MEI", 2003. – 221 p.

СҮЛТАНҒАЗИНОВ С.К. – т.ғ.д., профессор (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

ТОҚСАНБАЕВА Б.А. – магистр, аға оқытушы (Ақтөбе қ., Байшев университеті)

КУРБАНГАЛИЕВА Н.Б. – оқытушы (Ақтөбе қ., Қ. Жұбанов ат. Ақтөбе өңірлік университеті).

СУАСТЫ ЭЛЕКТР ҚОЗҒАЛТҚЫШЫНЫҢ АЙНАЛУ ЖИІЛІГІНІҢ ӨЗГЕРУІ

Аңдатпа

Бұл мақалада статикалық қысымы бар жүйеде жұмыс істеу кезінде сорғының негізгі жұмыс параметрлеріндегі өзгерістер қарастырылады. Оларды анықтау үшін тәуелділіктің аналитикалық және графикалық түрінде келтіріледі.

Түйінді сөздер: *сорғы, құбыр, қысым сипаттамалары, гидравликалық шығындар, айналу жиілігі, қуат.*

SULTANGAZINOV S.K. – d.t.s., professor (Almaty, Kazakh university ways of communications)

TOKSANBAYEVA B.A. – master's degree, senior lecturer (Aktobe, Baishev university)

KURBANGALIEVA N.B. – lecturer (Aktobe, K. Zhubanov Aktobe regional university)

CHANGES IN THE FREQUENCY OF ROTATION OF THE SUBMERSIBLE ELECTRIC MOTOR

Abstract

This article discusses the changes in the main operating parameters of the pump depending on its rotational speed when working on a system with static pressure. The dependencies for their determination are given in analytical and graphical form.

Keywords: pump, pipeline, pressure characteristics, hydraulic losses, rotation speed, power.

УДК 67.09.31

ДЖУМАБАЕВ М.Д. – т.ғ.к., PhD, қауым. профессор (Ақтөбе қ., Баишев университеті)

МАХАМБЕТОВА У.К. – т.ғ.д., профессор (Ақтөбе қ., Баишев университеті)

ЖАРЫЛГАПОВ С.М. – доктор PhD (Орал қ., Жәңгір хан ат. Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті)

ДЖУМАБАЕВА К.М. – магистрант (Орал қ., Жәңгір хан ат. Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті)

КЕШЕНДІ ЭЛЕКТРОМЕХАНИКАЛЫҚ АКТИВТЕНДІРУ ӘДІСІМЕН ЦЕМЕНТТІКҮЛДІШЛАМДЫ БАЙЛАНЫСТЫРҒЫШТЫ АКТИВТЕНДІРУ

Аңдатпа

Мақалада тұтқыр заттектің бөлішегін қосымша активтенуіне бір мезгілде әсер етуші факторлар, КЭМА ұстанымы, КЭМА эффектіні жүргізуге арналған арнайы құрылымдағы зертханалық диірмені, шар диірменінің жаңартылған құрылымы, жаңартылған диірменнің жұмыс ұстанымы, кешенді электромеханикалық активтендірілген байланыстырғыш қоспаның құрамы, байланыстырғышты кешенді электромеханикалық активтендіру кезінде цементтікүлдішламды ерітінді байланыстырғышының активтендіру механизмі, барабанды электрополяризация диірменінде ұсынылған тәсілмен қосымша ұнтақталған цемент үлгілерін сынау нәтижелері, электрокоагуляция процесінде байланыстырғыштың дисперсті бөліктерінің поляризациясы және өзара тартылуы, тұтқыр заттектің бөліктері мен судың шекарасында иондардың қос электр қабатының (ҚЭК) пайда болуының әсері, ұсынылған құрылымда шикізат компоненттерінің тұтқырлық қасиеттерін арттыру шарттары, әр түрлі активация түрлерімен активтендірілген қоспаның ζ - электрокинетикалық потенциалын өлшеу нәтижелері келтірілген.

Түйін сөздер: активация, байланыстырғыш, шарлы диірменнің құрылымы, электр өрісі, иондардың қос электрлік қабаты (ҚЭК), активтендірілген қоспаның ζ – потенциалы.

Кіріспе.

Қазақстанда өнеркәсіптік-азаматтық және тұрғын үй құрылысының дамуы құрылыс материалдарына, әсіресе сырттан қымбатқа әкелінетін цементке деген өсіп келе жатқан қажеттілікті туындатады.

Сондықтан қазіргі уақытта Орталық Азия республикаларында жеңіл бетон өндірісінде толтырғыштар мен қоспалар түрінде өнеркәсіптің әртүрлі салаларының қалдықтарын қолдану арқылы цемент шығынын азайтуға арналған бағыттар орын алуда [1].

Материалдар және зерттеулер әдістемесі.

Жеңіл бетондардың беріктігін арттыру мақсатында портландцемент бар әртүрлі қалдықтарды механохимиялық активтендіреді, яғни әртүрлі ұсақтағыштарда бірлестіріп ұнтақтайды [2].

Бөлшектің қосымша активтенуіне келесі екі фактордың бір мезгілде әсер етуі арқылы қол жеткізуге болады:

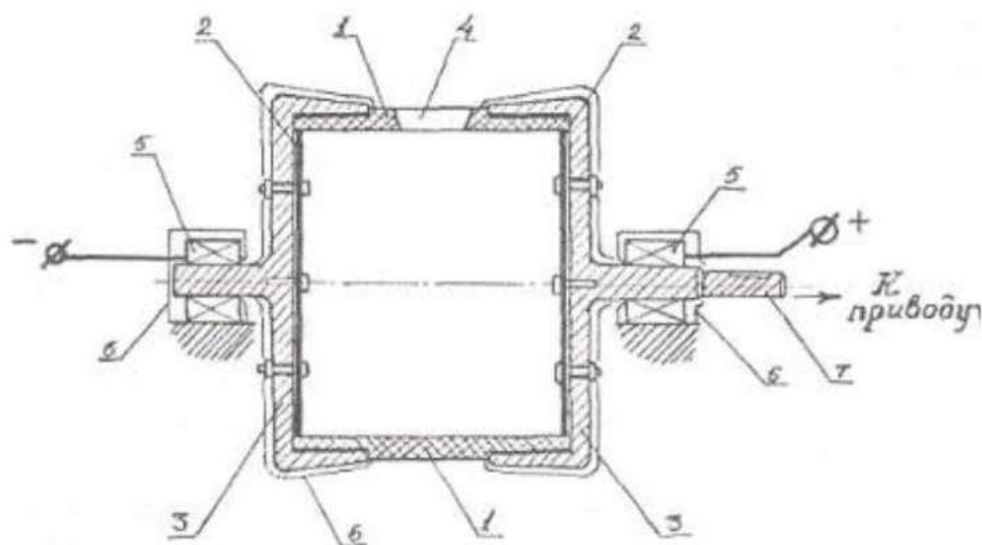
1. Сұйық фазадан өтетін электр өрісі;
2. Ұнтақтау процесі.

Жанадан әзірленген ұстаным «Кешенді электромеханикалық активтендіру ұстанымы» атауын алды (КЭМА) [3].

КЭМА эффектін жүргізу үшін арнайы құрылымдағы зертханалық диірмені қажет болды. Ол үшін қолданыстағы ұсақтағыштардың құрылымдарының ішінде құрылымы жаңартылған шар диірмені таңдалды.

Бастапқы нұсқада шар диірменінің ішкі жағы диэлектриктің жұқа қабатымен қапталған және болаттан жасалған өзек электродтары орнатылған болатын. Уақыт өте келе диэлектрик қабаты бұзылып, электродтар тоттануға ұшырады.

Шар диірменінің қадімгі құрылымы келесі түрде жаңартылды (сурет 1): барабан корпусы ішкі ойық көлденең цилиндр 1 түрінде диэлектрлік материалдан жасалды, мысалы, поливинилхлоридтен. Барабанның цилиндріне 1 бүйірлік тарапынан тік қабырғалар-обечайкалар 3 арқылы цилиндрге бекітілген.



1 – диэлектрлік материалдан, мысалы, поливинилхлоридтен көлденең ішкі ойықты цилиндр түрінде жасалған барабан корпусы; 2 – электродтар дөңгелек пластиналар түрінде тот баспайтын

металдан жасалған электродтар; 3 – толық тұтас құрылым түрінде жасалған тік қабырғалар-обечайкалар; Тік қабырға жиектері қатты құрылым түрінде жасалған; 4 – материалдарды тиеу және түсіруге арналған люк; 5 – мойынтірек тіректері; 6 – электр тогынан қорғайтын корпус; 7 – диірмен білігі.

Сурет 1 – Барабанды электрополяризация диірменінің сұлбасы

Обечайка мен тік қабырға біртұтас құрылым түрінде біріктірілген. Бір-бірімен тығыз бірігуі үшін обечайканың 3 ішкі диаметрі цилиндрдің 1 сыртқы диаметріне сәйкес келеді. Электродтар 2 дөңгелек плиткалар түрінде тот баспайтын металдан жасалған. Олардың диаметрі цилиндрдің 1 ішкі диаметріне сәйкес келеді және бұрандалы бірігу арқылы бүйірлік тік қабырғаларға бекітіледі.

1 суреттен көрініп тұрғандай, электр өрісі екі 2 электродтың арқасында жасалады. Электродтарға электр тогы екі бүйірлік обечайкалар 3 арқылы жеткізіледі. Обечайкаларға электр тогы диірмен білігі арқылы қосылған тіректері 5 арқылы қосылады. Барабан 1 жетекпен бойлық ось айналасында айналады. Ұсақтауға арналған өлшенген материал мен сұйықтық барабанға 1 люк 4 арқылы түседі. Электр өрісі барабанның ішінде ұнтақталушы материалдың массасынан (қатты және сұйық фазалардың қоспасы) өтетін электр тогының арқасында жасалады. Электрлік қауіпсіздікті қамтамасыз ету мақсатында екі бүйір тік қабырғалар-обечайкалар 3 пен тіректер 5 электр тогынан қорғайтын қаптамамен жеке жабылады.

Барабанды электрополяризация диірменіндегі КЭМА әдісінің процестері жүру үшін 1 суретте келтірілген электр сұлбасы жинақталған. Электр өрісі ток көздерінің (түзеткіш және зертханалық трансформатор құрылғыларының) арқасында жасалады, ал берілетін кернеу реттеледі.

Кешенді электромеханикалық активтендірілген байланыстырғыш қоспаның құрамына келесілер кіреді (массасы бойынша):

- портландцемент 52-60%;
- ұшатын күл 25-30%;
- боксит шламы 10-15%;
- барий хлориді 2-5%.

Күрделі электромеханикалық активтендірілген байланыстырғыш қоспаның құрамында барий хлориді осы қоспаның коагуляциясының физика-химиялық процесінің бастамашысы рөлін атқарады. Электрокоагуляция процесінде байланыстырғыштың дисперсті бөлшектерінің поляризациясы және өзара тартылуы жүреді, бұл құрылымды қалыптастыру процесін күшейтеді.

Зерттеулердің негізгі нәтижелері.

Барабанды электрополяризация диірменінде ұсынылған тәсілмен қосымша ұнтақталған цемент үлгілерін сынау нәтижелері төмендегіні көрсетті:

1. Бұл активтендіру әдісімен байланыстырғыштың беріктігі 50-60%-ға артады, тиісінше, тұтқыр қоспаның массасында 30-40 В кернеу пайда болған кезде;

2. Тұрақты токтың электр өрісінде цементтікүлдішламды (ЦКШ) байланыстырғыш бөлшектерінің КЭМА процесі айналымды тоқтағы процеспен салыстырғанда тиімдірек жүреді.

Ылғал қосымша ұнтақтау кезінде байланыстырғыш компоненттердің реактивтілігін арттыруға сұйық фазадағы дисперстікті жоғарылату арқылы ғана емес, сонымен қатар бөлшектердің кристалл құрылымы мен пішінін өзгерту арқылы қол жеткізеді. Бұл ЦКШ қоспасын коагуляциялау процесін күшейтудің алғышарты болып табылады. Сонымен қатар бастапқы байланыстырғыштың химиялық және минералогиялық құрамы өзгеріссіз қалады.

Тұтқыр бөлшектер мен судың шекарасында иондардың қос электр қабатының (ҚЭК) пайда болуы электрокинетикалық (ζ -дзета) потенциалдың пайда болуына әкеледі, ал

хлорид – электролитті енгізуі қос электр қабаты құрылымының өзгеруіне, яғни оның диффузды қабатының қысылуына және дзета потенциалының төмендеуіне әкеледі.

Шын мәнінде, z-дзета потенциалы цемент гелінің коагуляциялық құрылымын қалыптастыруға қатысады. Ол электрокинетикалық құбылыстардың (цемент гелінің электр өткізгіштігімен байланысты) және ЦКШ тастың кристаллогидраттық құрылымының пайда болуына себеп болатын физика-химиялық процестердің мәнін анықтайды [4].

Байланыстырғыш заттектің коагуляция процесінің күшеюі бөлшектер бетінің меншікті ауданының өсу құбылысы электрокинетикалық потенциалдың төмендеу әсерімен, сондай-ақ ҚЭҚ зарядтарының гомогенизациясымен үйлесуі арқылы жүреді.

Цементтікүлдішламды қоспаны кешенді электромеханикалық әсер ету арқылы активтендіру механизмі бөлшектердің меншікті бетінің өсу әсерімен байланыстырғыш бөлшектердің ықтимал қасиеттерін тиімді ашу және бір уақытта ұнтақталған бөлшектердің ішкі бөліктеріне электр тогын беру арқылы жүзеге асырылады. Нәтижесінде ұнтақтау процесі күшейеді, ол байланыстырғыштың реактивтілігі мен белсенділігін арттырады.

Алынған мәліметтерді талқылау.

Ұсынылған құрылғыда шикізат компоненттерінің тұтқырлық қасиеттерін арттыру шарттарының бірі болып ұнтақтау кезінде бөлшектердің поляризациясы табылады. Бұл жағдайда байланыстырғыштың белсендірілген дисперсті бөлшектерінің белсенді өзара әрекеттесуі жүреді.

Демек, кешенді электромеханикалық әдіспен активтендіру механизмі ылғал қосымша ұнтақтауда тұтқыр қоспа бөлшектерінің жаңадан ашылған беттерінің электрлік өзара әрекеттесуі, яғни әр бөлшекке электр зарядын беру болып табылады.

КЭМА эффектісі кезінде байланыстырғыштың белсенділігінің артуын дәлелдеу үшін белсендірілуші қоспаның ζ - электрокинетикалық потенциалы өлшенді. Ол үшін байланыстырғыш қоспаның сынамалары өңделусіз, сондай-ақ ылғал қосымша ұнтақтау мен КЭМА-дан кейін алынды (кесте 1).

Кесте 1 – Электрокинетикалық потенциалды өлшеу

№	Материалдың құрамы, %	Белсендіру түрі	Химиялық қоспаның мөлшері	Уақыты t, с	ζ -дзета потенциал, мВ
1	Цемент: күл: шлам (60:40:0)	Өңдеусіз	-	41,5	42,2
2	Цемент: күл: шлам (60:35:5)	Қосымша ылғал ұнтақтау	-	55,4	33
3	Цемент: күл: шлам (60:30:10)	МХЭҰ	Тұтқыр заттектің жалпы массасы-нан 5% BaCl ₂	60,5	30,5

Кестеден тұтқыр заттектің КЭМА тәсілінде ζ -потенциал мәні өңдеусіз және қосымша ылғал ұнтақтау кезіндігімен салыстырғанда аз болатындығын көруге болады. Бұл белсенділіктің жоғарылауына әсер етеді, демек цементтікүлдішламды тастың беріктігіне дзета потенциалының төмендеуі көп зарядты аниондардың теріс зарядтармен, яғни байланыстырғышты ылғалдандыру өнімдерімен белсенді әрекеттесуіне және антииондардың диффузды қабаттан адсорбция қабатына өтуіне байланысты болады.

Сонымен қатар, активтендірілген байланыстырғыш бетінің ішінара аморфизациясы ζ – потенциалдың төмендеуіне ықпал етуі ықтимал.

Қорытынды:

1. Электр өрісінің әсерінен иондардың поляризациясы электр зарядтары шамасының жоғарылауына әкеледі, бұл олардың берілу белсенділігін арттырады, сонымен қатар, босатылған электрондар мен иондардың қайта түзілуі энергиялық кедергіден өтуіне әкеледі. Сонымен қатар, КЭМА эффектісі кезінде цементтікүлді қоспасының бүкіл көлемінде зарядтардың гомогенизациясы (Г. Фрейндлих теориясы бойынша) және тартылыс энергиясының басым болуына байланысты жүйенің агрегативті тұрақтылығының бұзылуы, яғни сыналайтын қысымнан өтуі анық байқалады. Осының арқасында тұтқыр қоспаның коагуляция процесі қарқындайды және кристалл гидраттарының пайда болуына байланысты кристаллдық тор қаңқасының қарқынды қалыптасуы күшейеді.

2. КЭМА механизмі электр зарядтарының әсерінен иондық тартылыс күштерінің жоғарылауы және оларды жақындастыру кезінде беткі валенттік күштердің пайда болуын атап өтуге болады.

3. Жоғарыда келтірілген жағдайлар цементтікүлді гелінің коагуляциялық құрылымын қалыптастыруда және жүйені нығайтуда шешуші ықпалдардың бірі болып табылады. Бұл белсендірілген цементтікүлдішламды байланыстырғыштың жаңа құрастырушыларының құрамына кіретін құрылымдық элементтердің өзара әрекеттесу (адгезия) күштерінің біртіндеп артуымен байланысты.

Әдебиеттер

1. Акулова М.В., Исакулов Б.Р., Джумабаев М.Д., Сартова А.М. Комплексная электромеханическая активация золошламовых вяжущих для получения легких арболитобетонов. // Научно-технический вестник Поволжья (Казань). – 2014. – № 1. – С. 49-52.
2. Сулейменов С.Т. Физико-химические процессы структурообразования в строительных материалах из минеральных отходов промышленности. – М.: «Манускрипт», 1996. – 128 с.
3. Акчабаев А.А., Бисенов К.А., Удербает С.С. Активация вяжущего поляризацией как способ повышения прочности арболита. // Доклады Министерства науки и высшего образования. – Алматы: НАН РК. – 1999. – № 4. – С. 57-60.
4. Абдрахманов В.З и др. Применение техногенного сырья в производстве кирпича и черепицы. – Санкт-Петербург: «Недра», 2004. – 125 с.
5. Джумабаев М.Д. Легкий арболитобетон на основе композиционных цементозольношламовых вяжущих и твердых органических отходов (на примере побочных продуктов сельского хозяйства Республики Казахстан): диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Иваново, 2016. – 153 с.
6. Исакулов Б.Р., Жив А.С. Легкие бетоны на основе отходов промышленности и местных сырьевых ресурсов Казахстана и Средней Азии. Монография. – Актөбе: Университет им. С. Баишева, 2011. – 344 с.
7. Способ активации вяжущего: пред. Патент РК № 7101 / А.А. Акчабаев, К.А. Бисенов, С. Удербает; заявлено 28.06.1997 г.; опубликовано в феврале 1999 г., Бюллетень II.
8. Акулова М.В., Исакулов Б.Р., Джумабаев М.Д. и др. Получение цементозольношламового вяжущего состава, активированного методом комплексной электромеханической активации, для применения в составе легких арболитобетонов. // Интернет-журнал «Науковедение». – 2016. – Том 8., № 3. – С. 1-6.

9. Исакулов Б.Р. Получение высокопрочных арболитобетонов на основе композиционных шлакощелочных и серосодержащих вяжущих: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. – Иваново, 2016. – 368 с.

10. Джумабаев М.Д. Технология получения арболитобетонного композита на основе твердых органических отходов сельского хозяйства Республики Казахстан. Монография. – Актобе: Университет им. С. Баишева, 2018. – 124 с.

References

1. Akulova M.V., Isakulov B.R., Dzhumabaev M.D., Sartova A.M. Complex electromechanical activation of ash-sludge binders for the production of light arbolite concrete. // Scientific and Technical Bulletin of the Volga region (Kazan). – 2014. – No. 1. – pp. 49-52.

2. Suleimenov S.T. Physico-chemical processes of structure formation in building materials from mineral waste of industry. – M.: "Manuscript", 1996. – 128 p.

3. Akchabaev A.A., Bisenov K.A., Uderbaev S.S. Activation of binder by polarization as a way to increase the strength of arbolite. // Reports of the Ministry of Science and Higher Education. – Almaty: NAS RK. – 1999. – No. 4. – pp. 57-60.

4. Abdrakhmanov V.Z. et al. The use of man-made raw materials in the production of bricks and tiles. – St. Petersburg: "Nedra", 2004. – 125 p.

5. Dzhumabaev M.D. Light arbolite concrete based on composite cement-ash-sludge binders and solid organic waste (on the example of by-products of agriculture of the Republic of Kazakhstan): dissertation for the degree of Candidate of technical sciences. – Ivanovo, 2016. – 153 p.

6. Isakulov B.R., Zhiv A.S. Lightweight concretes based on industrial waste and local raw materials of Kazakhstan and Central Asia. Monograph. – Aktobe: S. Baishev University, 2011. – 344 p.

7. The method of activating the binder: pre. Patent of the Republic of Kazakhstan No. 7101 / A.A. Akchabayev, K.A. Bisenov, S. Uderbayev; filed on 06/28/1997; published in February 1999, Bulletin II.

8. Akulova M.V., Isakulov B.R., Dzhumabaev M.D., etc. Preparation of cement-ash-slurry binder activated by the method of complex electromechanical activation for use in light arbolite concrete. // Online journal "Science Studies". – 2016. – Volume 8., No. 3. – pp. 1-6.

9. Isakulov B.R. Obtaining high-strength arbolite concrete based on composite slag-alkaline and sulfur-containing binders: dissertation for the degree of Doctor of technical sciences. – Ivanovo, 2016. – 368 p.

10. Dzhumabaev M.D. Technology of obtaining an arbolite concrete composite based on solid organic waste from agriculture of the Republic of Kazakhstan. Monograph. – Aktobe: S. Baishev University, 2018. – 124 p.

ДЖУМАБАЕВ М.Д. – к.т.н., PhD, доцент (г. Актобе, Баишев университет)

МАХАМБЕТОВА У.К. – д.т.н., профессор (г. Актобе, Баишев университет)

ЖАРЫЛГАПОВ С.М. – PhD (г. Уральск, Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана)

ДЖУМАБАЕВА К.М. – магистрант (г. Уральск, Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана)

АКТИВАЦИЯ ЦЕМЕНТНОЗОЛЬНОШЛАМОВОГО ВЯЖУЩЕГО МЕТОДОМ КОМПЛЕКСНОЙ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ

Аннотация

В статье описаны факторы, влияющие одновременно на дополнительную активацию частицы вяжущего вещества, принцип КЭМА, лабораторная мельница специальной конструкции для проведения эффекта КЭМА, обновленная конструкция шаровой мельницы, принцип работы обновленной мельницы, состав комплексной электромеханически активированной вяжущей смеси, механизм активации цементнозольношламового вяжущего при комплексной электромеханической активации вяжущего, результаты испытаний образцов цемента на барабанной электрополяризационной мельнице предложенным способом, поляризация и взаимное притяжение дисперсных частиц вяжущего в процессе электрокоагуляции, влияние образования двойного электрического слоя ионов (ДЭС) на границе частиц вяжущего вещества и воды, условия повышения вяжущих свойств компонентов сырья в предлагаемом устройстве, полученные результаты по измерению ζ - электрокинетического потенциала активируемой смеси при различных видах активации.

Ключевые слова: активация, вяжущее, конструкция шаровой мельницы, электрическое поле, двойной электрический слой (ДЭС) ионов, ζ - потенциал активируемой смеси.

DZHUMABAEV M.D. – c.t.s., PhD, assoc. professor (Aktobe, Baishev university)

MAKHAMBETOVA U.K. – d.t.s., professor (Aktobe, Baishev university)

ZHARYLGAPOV S.M. – PhD (Uralsk, West Kazakhstan agrarian and technical university named after Zhangir Khan)

DZHUMABAEVA K.M. – master's degree student (Uralsk, West Kazakhstan agrarian and technical university named after Zhangir Khan)

ACTIVATION OF CEMENT ASH SLUDGE BINDER BY THE METHOD OF COMPLEX ELECTROMEXANICAL ACTIVATION

Abstract

This article describes the factors that simultaneously affect the additional activation of the binder particle, КЭМА principle, a laboratory mill of special design for carrying out the КЭМА effect, the updated design of the ball mill, the principle of operation of the updated mill, the composition of the complex electromechanical activated binder mixture, the activation mechanism of a cement ash slurry binder during complex electromechanical activation of the binder, the results of testing cement samples on a drum electro polarization mill by the proposed method, polarization and mutual attraction of dispersed binder particles in the process of electrocoagulation, the effect of the formation of a double electric layer of ions (DES) at the boundary of the particles of the binder and water, conditions for increasing the binding properties of raw material components in the proposed device, the results obtained on the measurement of ζ - the electrokinetic potential of the activated mixture with various types of activation.

Keywords: activation, binder, ball mill design, electric field, double electric layer (DES) of ions, ζ is the potential of the activated mixture.

УДК 625

ОМАРОВА Г.А. – э.ғ.к., PhD, профессор (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

ДАЙРБЕКОВ Г.И. – аға оқытушы (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

ИМАНҚОЖА М.Ғ. – магистрант (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

ЖОБАЛЫҚ БИІКТІК МӘНДІ ЖЕРГЕ БЕЛГІЛЕУ, ЕҢІС СЫЗЫҚТАРДЫ ЖӘНЕ ЖАЗЫҚТЫҚТАРДЫ ЖЕРДІҢ БЕТІНЕ СЫЗУ

Аңдатпа

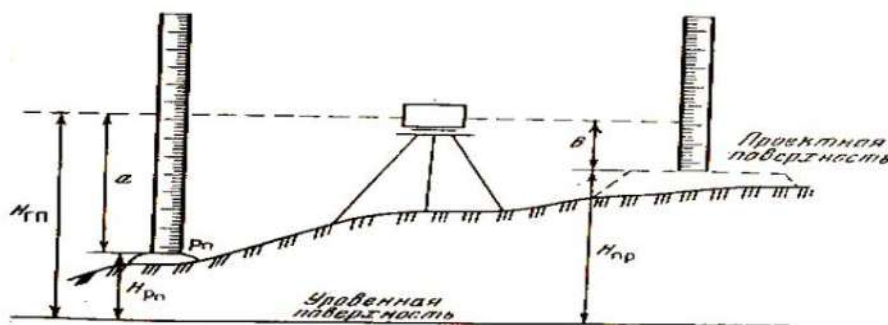
Құрылыстардың жобасы, құрылыстарды салу жұмыстары құрылыс салынатын аумақта орындалған геодезиялық және басқа инженерлік зерттеу жұмыстарына негізденетін болғандықтан геодезиялық жұмыстар құрылыстарға арналған жобалардан бұрын орындалады жобаларға керек топографиялық пландар мен карталарды сызып береді. Құрылыстардың түрлеріне сәйкес геодезиялық жұмыстардың орындалу әдістері мен амалдарына, орындалу дәлдіктеріне әртүрлі талап қойылады.

Түйінді сөздер: инженерлік геодезия жұмыстары құрылыстардың геодезиялық сапасын қамтамасыз ету үшін, геодезия амалдары мен әдістерімен қатар аспаптарын (лазерлі аспаптар, электронды - автоматты жүйелер) қолданады.

Құрылыстың нүктелерінің, қабаттарының биіктік мәндерін шартты деңгейден есептейді. Ғимараттың шартты деңгейін «нөлдік деңгей» - деп атайды, бірінші қабатының еденінің биіктік мәніне тең болады. Ғимараттың шартты деңгейден төмен орналасқан бөлімнің биіктік мәндерін теріс таңбамен, ал жоғары орналасқан бөлімдерінің биіктік мәндерін оң таңбамен көрсетеді. Әр құрылыстың «нөлдік – шартты» деңгейінің абсолютті биіктік мәні болады, бұл мәнді жобада көрсетеді.

Жобалық биіктік мәнді жерде белгілеу үшін, жобада көрсетілген, жобалық биіктік мәндерді жобаның абсолюттік биіктік мәніне ауыстырып есептеп алу керек, құрылыс салынатын аумақтағы репердің биіктік мәнін анықтау керек, реперді іздеп табу керек.

Жобалық биіктікті жерге белгілеу үшін, нивелирді, табылған репер мен белгіленетін нүктенің ортасына орналастырады, жұмысқа дайындайды (сурет 1). Репердің үстіне рейка қояды, рейкадан есеп a , алады, аспаптың деңгейінің биіктік мәнін есептейді:



Сурет 1 – Жобалық биіктік мәнді жерге белгілеу (сұлбе)

$H_{ГП}$ – аспаптың деңгейінің биіктік мәні; a – рейкадағы сан (арттағы);

$H_{Рп}$ – репердің биіктік мәні; b – рейкадағы сан (алдағы);

$H_{Рр}$ – жобалық биіктік мән; Деңгей беті – биіктік мәнің есебінің басталатын деңгейі(шартты болуы мүмкін); Жобалау беті – жобалық деңгей;

$$H^{AD} = H^{Pn} + a; \quad (1)$$

Егерде жақын арада басқа репер болса, тексеру мақсатымен, сол репердің үстіне рейка қойып есеп алуға болады, аспаптың деңгейінің биіктік мәнін тексеруге болады.

Жобалық нүктені жерге белгілеу үшін, рейкада болуы керек **в**, санын мына формуламен есептейді:

$$b = H^{AD} - H^{жоб} = H^{Pn} + a - H^{жоб}; \quad (2)$$

Есептелінген **в** сан рейкада, нивелирдің торының ортаңғы ұзын жібімен беттескен кезде, рейканың табаны жобалық биіктік мәнде тұрады. **в** санды жіппен, рейканы көтеріп, түсіріп беттестіреді. Рейкадағы есеп **в**, санға тең болған кезде, рейканың табанының орнын ағаш қадамен, темір қадамен, құрылыстың қабырғасына сызып бекітеді.

Геометриялық нивелирлеу жұмысын қайтадан орындап, бекітілген нүктенің биіктік мәнін есептейді, жобамен салыстырады, тең болса қазықты мықтап бекітеді, тең болмаса, қазықты көтеріп, түсіріп дұрыстайды, бекітеді.

Егерде жобалық биіктікті, тік жазықтыққа орналасқан бернеше нүктеге беру керек болса, жазықтыққа рулетканы іліп қойып, биіктік мән берілетін деңгейге нивелирді орнатып береді (сурет 2). Нивелирді керек деңгейге орналастырады. Керек деңгейдегі рейкадан алынатын санды **d** – ны, мына формуламен есептейді:

$$d = H^{AD} - H^{жоб};$$

H^{AD} – аспаптың деңгейінің биіктік мәні;

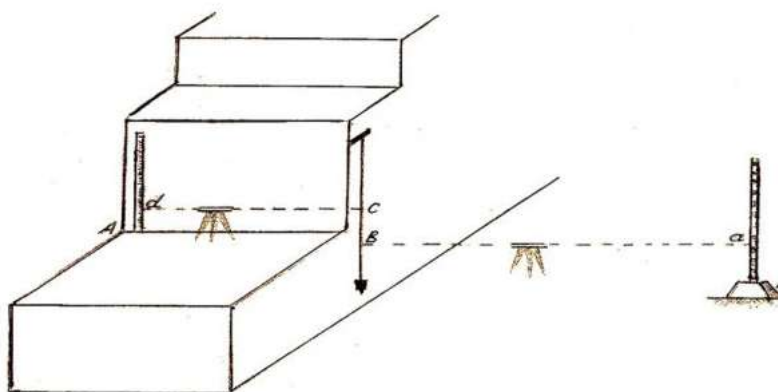
$H^{жоб}$ – жобалық биіктік мән;

Аспаптың деңгейінің биіктік мәнін мына формуламен есептейді:

$$H^{AD} = H^{Pn} + a - b + c;$$

Рейкадан алынатын **с**, санының мөлшері әр деңгейде әртүрлі болады. Бекітілген жобалық нүктелердің биіктік мәндерін, нивелирлеу жұмысын қайталап орындап тексереді, жобамен салыстырады, сәйкессіздіктерді жөндейді.

Жобалық биіктік мәнді жердің бетіне сызу қатесі мынандай қателерден жыйналады: репердің биіктік мәнінің қатесі, m_{pn} ; арттағы санның қатесі, m_a ; алдағы санның қатесі, m_e ; және биіктік мәнді жерге бекіткенде жіберілетін қате, m_e ; Биіктік мәнді ағаш қадамен 3-5 мм дәлдікпен, бұрандамен 1 мм дәлдікпен бекітуге болады.



R – репер; a – арттағы сан; в – алдағы сан; с – нивелир қойылған денгейден алынған сан; d – рейкадан алынуға тиісті жобалық сан

Сурет 2 – Жобалық биіктік мәнді тік жазықтытың бойына беру

Жұмысты өте мұқият орындап $m^a = m^b$; - деп қабылдауға болады, сонда биіктік мәнді жерге бекітудің ортақ квадратты қатесі мына формуламен есептеледі:

$$m_{\text{жоб}}^2 = m_{\text{pn}}^2 + 2m_a^2 + m_b^2; \quad (3)$$

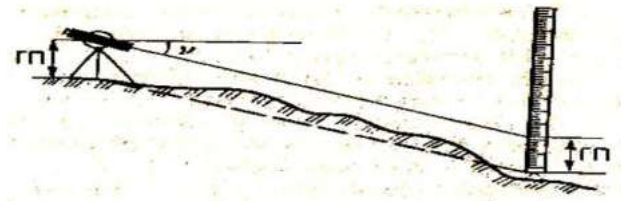
Жұмысты Н-3 маркалы немесе дәлдігі осындай нивелирмен; әрбір 1 см сайын белгіленген рейкамен; әрбір 1 мм сайын белгіленген, стандартпен салыстырылған рулеткамен орындап, биіктік мәнді, мынандай ортақ квадратты қатемен жоғарғы қабаттарға белгілеуге болады:

$$m^H = 1,5 \text{ мм} + 0,25n;$$

n – биіктік мән белгіленетін қабаттың рет саны.

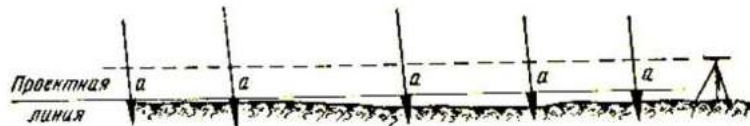
Жобалық еңістікті жердің бетіне нивелирдің, теодолиттің және рулетканың көмегімен сызады (сурет 3; 4). Сурет 3-да көрсетілгендей, сызықтың басталатын жеріне теодолитті тіктейді, жұмысқа дайындайды, аспаптың биіктігін сантиметрлік дәлдікпен өлшейді. Сызықтың аяқталатын жеріне рейканы қояды. Теодолиттің дүрбісін рейкаға көздейді, тік жазықтықтағы дөңгелекке жобалық еңістіктің бұрышына тең есепті қояды, теодолиттің алидадасын, лимбасын бекітеді, дүрбіні бекітеді. Рейканы көтеріп, түсіріп, дүрбінің торының жазықтықтағы ұзын жібін, рейкадағы аспаптың биіктігіне тең санмен беттестіреді, рейканың табаны тұрған жерге қада қағады. Рейканы теодолитке қарай жылжытып жобалық биіктік белгілену керек нүктелерге тегіс, осы жазылған ретпен, қада қағады.

Жобалық еңіс сызықты жерге сызу үшін нивелирді қолданса, сурет 4-де көрсетілгендей, нивелирді орналастырып, 1 формуланы қолданып, аспаптың денгейінің биіктік мәнін есептейді, керек нүктелердегі сандарды в, 2 формуламен есептеп, жоғарыда айтылған ретпен әр нүктеге қада қағады.

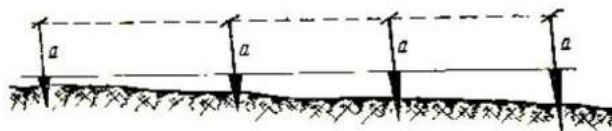


ГП – аспаптың биіктігі; V – жобалық еңістік

Сурет 3 – Еңістікті жерге теодолиттің көмегімен сызу



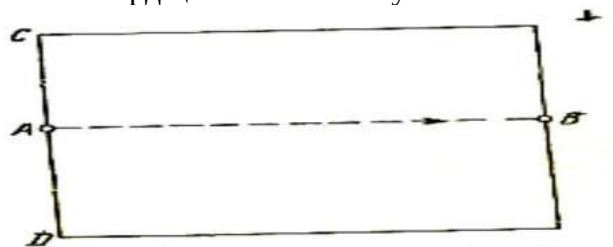
а



б

а – нивелирдің өсін жобалық еңістікке параллел қою; б – қадаларды жобалық биіктікке қағу; Проектная линия – жобалық сызық (еңістік); а – рейкадағы жобалық сандар.

Сурет 4 – Еңістікті нивелирдің көмегімен сызу:



Сурет 5 – Еңіс жазықтықты жерге сызу

Жобалық еңіс жазықтықты жерге салу үшін (сурет 5), нивелирді нүктелер А, В, С, D көрінетін жерге орналастырып, 1 формуланы қолданып аспаптың деңгейінің биіктік мәнін есептейді, 2 формуланы қолданып, керек нүктелердің рейкадан алынатын санының мөлшерін есептейді, жоғарыда айтылған ретпен әр нүктені жерге қадамен белгілейді. Егерде жұмыстың дәлдігіне талап жоғары болмаса, шеткі қазықтарды бекітіп алып, арасына жіп тартып, жұмыс орындауға болады.

Әдебиеттер

1. Қалыбеков Т. Геодезия мен топография негіздері. – Алматы, 1993.
2. Визгин А.А., Ганышин В.Н. Инженерная геодезия. – М.: Высшая школа, 1985.
3. Дементьев В.Е. Современная геодезическая техника и её применение. – М.: "GAUDEAMUS", 2008.
4. Радионов В.И., Волков Н.В. Задачник по геодезии. – М.: Недра, 1988.

5. Недешева Л.П., Хренов Л.С. Практикум по геодезии. – М.: «Высшая школа», 1974.

References

1. Kalybekov T. Fundamentals of Geodesy and topography. – Almaty, 1993.
2. Vizgin A.A., Ganshin V.N. Engineering Geodesy. – Moscow: "Higher School", 1985.
3. Dementyev V.E. Modern geodesic technology and its application. – Moscow: "GAUDEAMUS", 2008.
4. Rodionov V.I., Volkov N.V. Task on Geodesy. – Moscow: Nedra, 1988.
5. Nedesheva L.P., Khrenov L.S. Workshop on Geodesy. – Moscow: "Higher School", 1974.

ОМАРОВА Г.А. – к.э.н., PhD, профессор (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

ДАЙРБЕКОВ Г.И. – ст. преподаватель (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

ИМАНКОЖА М.Г. – магистрант (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

РАЗМЕТКА НА ЗЕМЛЕ ЗНАЧЕНИЯ ПРОЕКТНОЙ ВЫСОТЫ, ВЫЧЕРЧИВАНИЕ НАКЛОННЫХ ЛИНИЙ И ПЛОСКОСТЕЙ НА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ

Аннотация

В связи с тем, что проект строений, работы по возведению строений базируются на геодезических и других инженерных изысканиях, выполненных на территории застройки, геодезические работы выполняются до проектов на строительство. в соответствии с видами сооружений предъявляются различные требования к методам и приемам выполнения геодезических работ, точности выполнения;

Ключевые слова: инженерные геодезические работы используют для обеспечения геодезического качества сооружений наряду с приемами и методами геодезии приборы (лазерные приборы, электронно - автоматические системы).

OMAROVA G.A. – c.e.s., PhD, professor (Almaty, Kazakh university ways of communications)

DAIRBEKOV G.I. – senior lecturer (Almaty, Kazakh university ways of communications)

IMANKOZHA M.G. – master's student (Almaty, Kazakh university ways of communications)

MARKING THE VALUES OF THE DESIGN HEIGHT ON THE GROUND, DRAWING INCLINED LINES AND PLANES ON THE GROUND SURFACE

Abstract

Due to the fact that the project of buildings, works on the construction of buildings are based on hedetic and other engineering surveys carried out on the territory of the development, geodetic works are carried out before construction projects. in accordance with the types of structures, various requirements are imposed on the methods and techniques of performing geodetic works, the accuracy of execution;

Keywords: *engineering geodetic works use devices (laser devices, electronic and automatic systems) to ensure the geodetic quality of structures along with techniques and methods of geodesy.*

УДК 621.391.82.016.35

ДАРАЕВ А.М. – к.т.н., доцент (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

ИМАНБЕРДИЕВ Д.Ж. – к.т.н., доцент (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

ЧУКЕНОВА Э.С. – магистр, ст. преподаватель (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ

Аннотация

Задача борьбы с межсимвольной и межканальной интерференцией в беспроводных системах является очень актуальной, и во многих случаях пока не находит приемлемого решения. В статье рассмотрены причины искажений цифровых сигналов. Приведены методы борьбы с искажениями: разнесенный прием, разделение отдельных сигналов в точке приема с помощью использования широкополосных сигналов, прием с применением выравнивания частотных характеристик канала. В основу современных систем беспроводного доступа положены алгоритмы формирования и обработки сигналов с технологией OFDM (ортогонального частотного мультиплексирования). Поскольку принятый стандарт изменить нельзя, у разработчиков остался только один выход – соревноваться между собой в совершенствовании приемной аппаратуры, применяя более сложные методы обработки сигналов и оптимизируя вычислительные и аппаратные затраты на их реализацию.

Ключевые слова: межсимвольная интерференция, искажения сигналов, многолучевая интерференция, компенсация межсимвольных искажений, OFDM, спутниковая связь.

Введение. В настоящее время наблюдается бурное развитие систем беспроводной связи. Активно вводятся в эксплуатацию сети мобильной связи 5 поколения. Согласно исследованиям, к 2022 году прогнозируется семикратный рост мирового объема мобильной передачи данных по отношению к уровню 2016 года, при этом скорость передачи данных при использовании мобильной связи за аналогичный период вырастет втрое и достигнет 20,4 Мбит/с. По прогнозам специалистов, ежемесячный объем передаваемой информации к 2022 году будет измеряться в Зеттабайтах (10^{21} байт). Численный рост количества абонентов и все более объемные запросы к информационному сервису настоятельно требует роста скорости передачи информации в инфотелекоммуникационном пространстве.

Объектом исследования является: борьба с МСИ (межсимвольная интерференция) и МКИ (межканальной интерференцией) в беспроводных OFDM, и спутниковых системах связи.

Основная часть. Рост скорости передачи информации в основном возможен за счет расширения полосы используемых частот и требования, предъявляемые к сетям передачи

информации поколения 5G, возможно реализовать ишь в миллиметровом диапазоне частот. Диапазон миллиметровых волн (ММВ) достаточно хорошо изучен, но используется не полностью, что объясняется как сильным затуханием ММВ при распространении, так и высокой сложностью разработки и производства оборудования этого диапазона частот. Это противоречие ставит важную научную и практическую задачу разработки и создания программно-аппаратных средств, способных стать универсальным инструментарием для оценки качества разработок новых устройств для миллиметрового диапазона частот.

Также активно развивается направление спутникового дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Так, за 2016 год на орбиту выведено 95 новых космических аппаратов (КА) ДЗЗ различных классов и назначения, а в первом квартале 2018 года на орбиту выведено 97 КА ДЗЗ, для которых организуются высокоскоростные каналы передачи данных. Развивается также сегмент беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) различного назначения, для связи с которыми также требуются высокоскоростные каналы передачи данных. Общей чертой и для терминалов мобильной связи, и для КА и БПЛА является необходимость обеспечивать их автономное функционирование (при этом под автономностью понимается необходимость функционирования без подключения к электропитающей сети).

Указанное свойство позволяет объединить такие устройства в отдельный класс энергодефицитных систем связи. Для этих систем важно обеспечить максимальное время автономной работы при фиксированной ёмкости аккумуляторных батарей, то есть необходимо повысить эффективность использования потребляемой устройствами энергии. В то же время, как указывалось выше, современные системы связи должны обеспечивать всё большие скорости передачи данных. Ввиду ограниченности радиочастотного ресурса, для пропускной способности каналов связи используются способы модуляции с высокой спектральной эффективностью [1-4]. Одна из главных и наиболее перспективных на сегодняшний день технологий организации высокоскоростных каналов связи – мультиплексирование с ортогональным частотным уплотнением.

Как известно радиоволны определенных диапазонов нередко распространяются не прямой, а отражаясь от окружающих среды (стены зданий, мостов, деревьев, от метеорных осадков и т.п.). В результате на входе приемника будет несколько вариантов исходного сигнала с переменными амплитудами фазами и азимутами направлений. Результирующий входной сигнал меняется как по амплитуде, фазе, так и по частоте (в случаях мобильного приема) за счет доплеровского сдвига частоты. Их действие на приемник ведет к межсимвольной (МСИ) и межканальной (МКИ) интерференциям. Таким образом, можно констатировать, что реальный радиоканал беспроводной связи обладает частотно-временным рассеянием. Само по себе это явление не ведет к большим проблемам, так как существуют достаточно много эффективных методов борьбы.

Целью и задачей работы является анализ свойств радиоканалов миллиметрового диапазона частот и разработка комплекса имитации радиоканалов поколения 5G миллиметрового диапазона частот, для спутниковых каналов связи.

Рост скорости передачи информации требует увеличения пропускной способности каналов связи. Теорема К. Шеннона определяет два пути увеличения пропускной способности канала связи – это увеличение средней мощности сигнала P_c по отношению к суммарной энергии шума и помех, а также расширение полосы частот Δf , занимаемой сигналом.

Увеличение мощности сигнала P_c для мобильной связи ограничивается стандартами на допустимые уровни электромагнитного излучения и массогабаритными параметрами передатчиков и источников питания носимых абонентских приемо-передатчиков – аккумуляторов. Кроме того, увеличение средней мощности сигнала абонентского

терминала сотовой связи ограничивается из-за негативных влияний электромагнитного излучения на человеческий организм [8], и по этой причине не превышает 1 Вт. Источники питания в настоящее время занимают до 20% в массогабаритных параметрах абонентских систем сотовой связи и увеличение P_c приведет не только к увеличению веса носимой трубки, но и значительно сократит время работы аккумулятора до следующего цикла заряда. Конечно, работы по созданию эффективных аккумуляторов электрической энергии интенсивно ведутся в разных странах мира.

Литиево-ионные и литиево-полимерные, литиево-железофосфатные, фторид-ионные и другие новые аккумуляторы [5-7], пришедшие сравнительно недавно на смену никель-кадмиевым, заметно отразились на качественных характеристиках оборудования сотовой связи, но на пропускную способность каналов передачи информации практически повлиять не смогли. Поэтому основной путь для увеличения скорости информационного обмена в сетях мобильной связи состоит в расширении полосы частот Δf , выделяемой для информационного обмена и расширение полосы частот является главным условием для создания нового поколения мобильной связи 5G.

Передача данных посредством использования технологии OFDM (Orthogonalfrequency-divisionmultiplexing – мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов) является распространенным методом для многих современных телекоммуникационных систем, в том числе и для спутниковых каналов связи.

К числу таких систем связи относятся: IEEE 802.11 a/g/n/ac – беспроводные локальные сети WiFi, LTE и LTE-Advanced – стандарт беспроводной высокоскоростной передачи данных, IEEE 802.16 – широкополосная беспроводная связь WiMax, DVB-T/T2/C2/H – системы цифрового телевидения DVB-T, спутникового телевидения DVB-S, PLC – сети передачи данных по линиям электросети, DRM – цифровое радиовещание, системы спутниковой навигации и др.

Перспективным направлением применения технологии OFDM является связь с беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) и спутниками.

Особенностью OFDM является уникальная методика мультиплексирования, которая разделяет полосу канала на множество поднесущих частот. Сообщение, подлежащее переносу, разделяется на части, которые переносятся каждая на своей поднесущей как параллельно, так и последовательно, затем мультиплексируются (объединяются) в полное сообщение.

Это позволяет подавить межсимвольную интерференцию и осуществлять защищенную передачу. Ортогональные поднесущие хороши тем, что их взаимная энергия равна нулю.

Поскольку поднесущие располагаются вплотную друг к другу, и спектральная эффективность сигнала получается высокой.

На рисунке 1 показано формирование OFDM сигнала.

Параметры поднесущих сигналов подбираются с помощью вычислительных устройств, которые используют алгоритм обратного быстрого преобразования Фурье (ОБПФ). То есть значения сигнала перед блоком ОБПФ относятся к частотной области. Тогда на выходе блока ОБПФ получаем значения сигнала на временной оси. Объединяя все значения, получаем сложный составной OFDM сигнал. В виду того, что ОБПФ работает эффективно с массивами размерности 2^k , количество поднесущих выбирается аналогичной кратности. На приемном конце сигналы инвертируются (вместо ЦАП ставится АЦП, вместо обратного БПФ – прямое БПФ) и ставятся в обратном порядке.

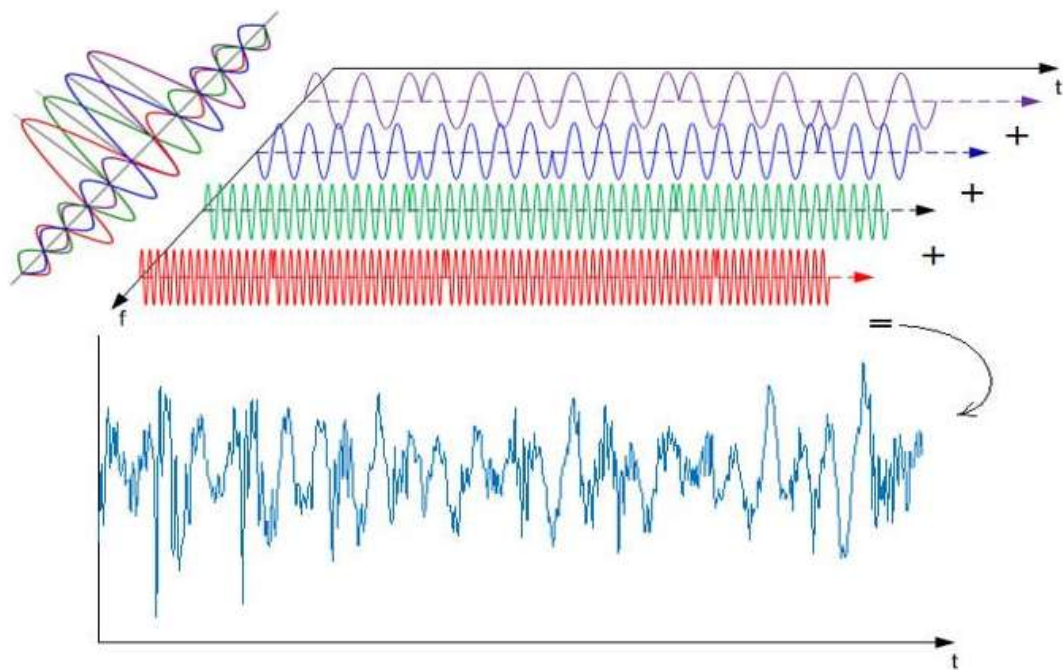


Рисунок 1 – Формирование OFDM сигнала

Как известно, свойства любого цифрового сигнала однозначно определяются ее конечномерным базисом, из которого он формируется, как некоторая линейная комбинация базисных функций. В соответствии с теоремой Найквиста базис выбирается ортогональным, чтобы в случае гауссовского канала обеспечить отсутствие межсимвольной интерференции.

Но в каналах с частотно-временным рассеянием, кроме аддитивного белого шума действует сложная мультипликативная помеха. Именно под воздействием данной помехи базис меняется (плывет), что приводит к потере ортогональности базисных функций. Прием становится не оптимальным, с каждого подканала *просачивается* помеха на соседние каналы.

Так возникает Межсимвольная (МСИ) и межканальная (МКИ) интерференции.

Основная причина потери ортогональности базисных функций – сбой синхронизации за счет мультипликативных помех в канале.

Для уменьшения МСИ и МКИ вводятся защитные интервалы (циклические префиксы) для каждого пакета. В результате подавление МСИ очень высокое, но МКИ не так все просто. Дело в том, что разработка стандартов беспроводного доступа опережала разработку оборудования производителями.

На практике оказалось, что оборудование прекрасно работает в условиях стационарности или небольшой скорости передвижения абонентов, но стоит увеличить мобильность и идут сплошные отказы (за счет доплеровского эффекта) и некоторые положения стандартов трудновыполнимы. Производители начали немного *подправлять* стандарты.

Одним из таких поправок является введение дополнительных (нулевых) поднесущих, как бы дополнительный защитный интервал. Также пытаются уменьшить длительность передаваемых базисных функций. Обе эти поправки приводят к ухудшению спектральной эффективности и возрастанию энергетических характеристик сигнала (пик-фактора). В последнее время начались исследования в области подбора базисных функций не обязательно ортогональных, но с помощью оконных преобразований Фурье [5,7], вейвлет-преобразований [4,6,8], приводящих к хорошей локализации в частотной области.

Как было указано выше, именно под воздействием помехи базис меняется (плывет), что приводит к потере ортогональности базисных функций. Для борьбы с неопределенностью фазы, Петрович Н.Т. [10] предложил вводить в передаваемый сигнал относительность, и данный способ известен как ОФМ (относительная фазовая модуляция).

В дальнейшем, Окунев Ю.Б. для борьбы с неопределенностями в каналах предложил вводить в сигнал относительности более высокого порядка [9]. Например, в каналах фиксированной связи с фазовой модуляцией неопределенность фазы устраняется введением относительности. При мобильной связи, если один абонент движется, а другой неподвижен за счет эффекта Доплера возникает дополнительная неопределенность по частоте. Для устранения неопределенности по фазе вводится относительность, получившее название ОФМ первого порядка. В данный сигнал вновь вводится относительность, получившее название ОФМ второго порядка, тем самым устраняя неопределенность по частоте. При мобильной связи, если оба абонента движутся по отношению друг друга, возникает дополнительно неопределенность по амплитуде, и ее можно устранить введением в сигнал ОФМ третьего порядка и т.д. В последнее время начались исследования в области использования разработанных алгоритмов и соответствующих устройств цифровой демодуляции сигналов с двоичной ОФМ. В результате моделирования проведена оценка помехоустойчивости когерентной демодуляции двоичных сигналов с ОФМ, доказано, что предлагаемый цифровой алгоритм демодуляции оказывается оптимальным.

Приведем результаты нашего имитационного моделирования в среде MatLab полученных схем координированного дифференциального преобразования сигналов OFDM-систем. Конечная цель моделирования заключается в оценке возможности применения предлагаемых математических решений к системе передачи данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

В качестве применяемой системы рассматривался вариант модернизации микроспутника «УГАТУ-САТ», рабочая полоса системы передачи которого составляет 8 МГц. Приняты следующие параметры системы передачи. Ширина полосы канала 8 МГц, количество поднесущих OFDM – 16, модуляция на поднесущих – QPSK. Канал моделируется как среда с аддитивным белым гауссовским шумом (АБГШ), мощность которого обуславливает отношение сигнал-шум на приеме на уровне 22 дБ.

Пропускную способность такой системы можно рассчитать, используя формулу Шеннона:

$$C = B \log_2(1 + S/N),$$

где C – пропускная способность канала;

B – ширина канала;

S/N – соотношение сигнал/шум.

При этом не учитывается многолучевое распространение и замирания в канале связи. Указанные исходные данные и допущения применимы при использовании предложенного метода для канала связи с микроспутником ДЗЗ (канал «спутник – микроспутник») или для канала связи малогабаритного беспилотного летательного аппарата (БПЛА) с наземной станцией управления. В качестве квадратурной модуляции используется QPSK. В качестве сообщения используется спутниковый снимок системы ДЗЗ размером 512x512 пикселей в формате BMP без сжатия, цветовая схема – оттенки серого.

Согласно результатам моделирования, дифференциальное преобразование позволило снизить мощность полосового сигнала в среднем на 2,49 дБ относительно

исходного сигнала. При этом соответствующее уменьшение мощности без экстраполяции приводит к увеличению символьной ошибки. Для несжатого сигнала и для сигнала, подвергнутого дифференциальному преобразованию, средний коэффициент символьной ошибки составил 0,000947 с-1, в то время как для сигнала с пониженной мощностью средний коэффициент символьной ошибки оказался равен 0,0638 с-1. Полученный результат можно трактовать также иначе: применение дифференциального преобразования позволяет снизить требуемое отношение сигнал-шум на приеме в среднем на 2,49 дБ без ухудшения качества связи. Однако, необходимо проанализировать полученный результат с точки зрения снижения потребляемой передатчиком системы ДЗЗ мощности.

Выводы.

1. Задача борьбы с МСИ и МКМ в беспроводных OFDM системах является очень актуальной, и во многих случаях пока не находит приемлемого решения.

2. Утвержденные стандарты в беспроводных OFDM системах не удовлетворяют современным требованиям, особенно при движении на скоростях свыше 40 км/ч.

3. Для борьбы с помехами, которые приводят к потере ортогональности базисных функций желательно вводить в передаваемый сигнал относительность и данный способ известен как ОФМ (относительная фазовая модуляция).

Таким образом, в основу современных систем беспроводного доступа положены алгоритмы формирования и обработки сигналов с технологией OFDM (ортогонального частотного мультиплексирования). Поскольку принятый стандарт изменить нельзя, у разработчиков остался только один выход – соревноваться между собой в совершенствовании приемной аппаратуры, применяя более сложные методы обработки сигналов и оптимизируя вычислительные и аппаратные затраты на их реализацию.

Для борьбы с помехами, которые приводят к потере ортогональности базисных функций желательно вводить в передаваемый сигнал относительность и данный способ известен как ОФМ (относительная фазовая модуляция). В литературе подобного рода системы с недвоичными сигналами ОФМ-М не рассматривались.

Литература

1. Прокис Дж. Цифровая связь: пер. с англ. / Под ред. Д.Д. Кловского. – М.: Радио и связь, 2000.

2. Добеши И. Десять лекций по вейвлетам: пер. с англ. / Под ред. А.П. Петухова. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001.

3. Кравченко В.Ф. Цифровая обработка сигналов и изображений. / Под ред. В.Ф. Кравченко. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007.

4. Волчков В.П., Казаков Д.Ю. Синтез оптимальных сигнальных базисов Вейля - Гейзенберга для OFDM систем. // Научные ведомости БелГУ. Серия «Информатика и прикладная математика». – 2006. – №1(21), Вып. 2. – Белгород: Изд-во БелГУ. – С. 107-118.

5. Волчков В.П. Сигнальные базисы с хорошей частотно-временной локализацией. // Электросвязь. – 2007. – №2. – Москва. – С. 21-25.

6. Волчков В.П., Петров Д.А. Оптимизация ортогонального базиса Вейля - Гейзенберга для цифровых систем связи, использующих принцип OFDM/OQAM передачи. // Научные ведомости БелГУ. Серия «История. Политология. Экономика. Информатика». – 2009. – №1(56), Вып. 9/1. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2009. – С. 102-110.

7. Волчков В.П., Петров Д.А. Обобщенная теорема Найквиста для OFTDM сигналов. // Сборник докладов. Всероссийский научно-технический семинар «Системы синхронизации формирования и обработки сигналов для связи и вещания». – Воронеж, 2009. – С. 28-32.

8. Volchkov V.P., Petrov D.A. Orthogonal Well-Localized Weyl-Heisenberg Basis Construction and Optimization for Multicarrier Digital Communication Systems [Электронный ресурс] // International Conference on Ultra-Modern Telecommunications (ICUMT 2009), St. Petersburg, Russia, Oct 12-14, 2009, ISBN: 978-1-4244-3941-6, IEEE Catalog Number: CFP0963G-CDR (<http://ieeexplore.ieee.org>)

9. Окунев Ю.Б. Теория фазоразностной модуляции. – М.: Связь, 1979. – 216 с.

10. Петрович Н.Т. Передача дискретной информации в каналах с фазовой манипуляцией – М.: Сов радио, 1965. – 263 с.

11. Сухоруков А.С., Дараев И.М. Формирователь сигналов относительной фазовой модуляции. Авторское свидетельство 1305890 от 12.12.1985 г.

12. Сухоруков А.С., Дараев И.М. Формирователь сигналов относительной фазовой модуляции. Авторское свидетельство 1406815 от 20.11.1988 г.

References

1. Prokis J. Digital communication: translated from English / Edited by D.D. Klovsky. – М.: Radio and Communications, 2000.

2. Dobeshi I. Ten lectures on wavelets: translated from English / Edited by A.P. Petukhov. – Izhevsk: SIC "Regular and chaotic dynamics", 2001.

3. Kravchenko V.F. Digital signal and image processing. / Edited by V.F. Kravchenko. – М.: FIZMATLIT, 2007.

4. Volchkov V.P., Kazakov D.Yu. Synthesis of optimal Weyl-Heisenberg signal bases for OFDM systems. // Scientific Bulletin of BelSU. The series "Computer Science and Applied Mathematics". – 2006. – №1(21), Issue 2. – Belgorod: BelSU Publishing House. – pp. 107-118.

5. Volchkov V.P. Signal bases with good time-frequency localization. // Telecommunication. – 2007. – No.2. – Moscow. – pp. 21-25.

6. Volchkov V.P., Petrov D.A. Optimization of the orthogonal Weyl-Heisenberg basis for digital communication systems using the OFDM/OQAM transmission principle. // Scientific Bulletin of BelSU. The series "History. Political science. Economy. Computer Science". – 2009. – No.1(56), Issue 9/1. – Belgorod: BelSU Publishing House, 2009. – pp. 102-110.

7. Volchkov V.P., Petrov D.A. Generalized Nyquist theorem for OFTDM signals. // Collection of reports. All-Russian Scientific and Technical seminar "Signal generation and processing synchronization systems for communication and broadcasting". – Voronezh, 2009. – pp. 28-32.

8. Volchkov V.P., Petrov D.A. Orthogonal Well-Localized Weyl-Heisenberg Basis Construction and Optimization for Multicarrier Digital Communication Systems [Электронный ресурс] // International Conference on Ultra-Modern Telecommunications (ICUMT 2009), St. Petersburg, Russia, Oct 12-14, 2009, ISBN: 978-1-4244-3941-6, IEEE Catalog Number: CFP0963G-CDR (<http://ieeexplore.ieee.org>)

9. Okunev Yu.B. Theory of phase difference modulation. – М.: Svyaz, 1979. – 216 p.

10. Petrovich N.T. Transmission of discrete information in channels with phase manipulation – М.: Sov radio, 1965. – 263 p.

11. Sukhorukov A.S., Daraev I.M. Signal generator of relative phase modulation. Copyright certificate 1305890 dated 12.12.1985.

12. Sukhorukov A.S., Daraev I.M. Signal generator of relative phase modulation. Copyright certificate 1406815 dated 11.20.1988.

ДАРАЕВ А.М. – т.ғ.к., доцент (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

ИМАНБЕРДИЕВ Д.Ж. – т.ғ.к., доцент (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

ЧУКЕНОВА Э.С. – магистр, аға оқытушы (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

СПУТНИКТИК БАЙЛАНЫС ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ШУЫЛҒА ТӨЗІМДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа

Сымсыз жүйелердегі таңбааралық және арнааралық кедергілермен күресу міндеті өте өзекті және көптеген жағдайларда әлі де қолайлы шешім таба алмайды. Мақалада сандық сигналдардың бұрмалану себептері қарастырылады. Бұрмаланулармен күресу әдістері келтірілген: кеңейтілген қабылдау, кең жолақты сигналдарды қолдану арқылы қабылдау нүктесінде жеке сигналдарды бөлу, арнаның жиілік сипаттамаларын теңестіру арқылы қабылдау. Заманауи сымсыз қолжетімділік жүйелері OFDM (ортогональды жиіліктік мультиплексирлеу) технологиясымен сигналдарды қалыптастыру және өңдеу алгоритмдеріне негізделген. Қабылданған стандартты өзгерту мүмкін болмағандықтан, әзірлеушілердің бір ғана жолы бар-сигналдарды өңдеудің күрделі әдістерін қолдана отырып және оларды іске асырудың есептеу және аппараттық шығындарын оңтайландыра отырып, қабылдау жабдықтарын жетілдіруде өзара бәсекелесу.

Түйінді сөздер: символдар арасындағы кедергі, сигналдардың бұрмалануы, көп жолды кедергі, символдар арасындағы бұрмаланулардың орнын толтыру, OFDM, спутниктік байланыс.

DARAEV A.M. – c.t.s., assoc. professor (Almaty, Kazakh university ways of communications)

IMANBERDIEV D.Zh. – c.t.s., assoc. professor (Almaty, Kazakh university ways of communications)

CHUKENOVA E.S. – master's degree, senior lecturer (Almaty, Kazakh university ways of communications)

INVESTIGATION OF NOISE IMMUNITY OF SATELLITE COMMUNICATION SYSTEMS

Abstract

The task of combating intersymbol and interchannel interference in wireless systems is very urgent, and in many cases has not yet found an acceptable solution. The article discusses the causes of digital signal distortion. The methods of combating distortion are given: spaced reception, separation of individual signals at the receiving point using broadband signals, reception using the alignment of the frequency characteristics of the channel. Modern wireless access systems are based on algorithms for generating and processing signals with OFDM (orthogonal frequency multiplexing) technology. Since the adopted standard cannot be changed, the developers have only one way out – to compete with each other in improving the receiving equipment, using more complex signal processing methods and optimizing the computational and hardware costs for their implementation.

Keywords: intersymbol interference, signal distortion, multipath interference, compensation of intersymbol distortion, OFDM, satellite communication.

УДК 656

МУСАЛИЕВА Р.Д. – к.т.н., ассоц. профессор (г. Алматы, Академия логистики и транспорта)

АСИЛЬБЕКОВА И.Ж. – к.т.н., ассоц. профессор (г. Алматы, Академия гражданской авиации)

ИСЛАМБЕКОВ Б.К. – магистрант (г. Алматы, Академия логистики и транспорта)

ПРИМЕНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Аннотация

В статье рассматривается применение основных принципов определения ценности технологических процессов и концептуальная модель выявления и сокращения потерь в процессах управления перевозки грузов и пассажиров с использованием инструментов бережливого производства для достижения целевого состояния компании.

Ключевые слова: инфраструктура железных дорог, перевозка грузов и пассажиров, бережливое производство, сокращения потерь, бизнес-процесс, процессная модель.

В настоящее время крупные промышленные компании активно применяют принципы бережливого производства с целью оптимизации своих бизнес-процессов. Применение таких принципов, как 5S, Just-in-Time (JIT - точно в срок), kaizen-метод (непрерывное совершенствование производственных процессов) и другие методы имеют своей целью за счет снижения издержек и потерь получить реальный экономический эффект.

АО «НК «Қазақстан Темір Жолы» (АО «НК «КТЖ») является крупнейшей компанией Казахстана по объему реализации продукции, осуществляя социально значимую функцию обеспечения потребности национальной экономики в перевозках грузов и пассажиров. Цели и задачи деятельности компании направлены на расширение комплекса и объема перевозок и оказываемых транспортно-логистических услуг, а также повышение их качества при условии эффективного использования инфраструктуры железных дорог без потерь мощности, скорости, пропускных и провозных способностей.

Сохранение единой сетевой производственной инфраструктуры железных дорог и централизованного диспетчерского управления при использовании современных информационных технологий приводит к возможности расширения границ управления программами совершенствования бизнес-процессов для достижения гармонизации целевых параметров подразделений, участвующих в перевозочном процессе.

В Долгосрочной программе развития АО «НК «КТЖ» до 2030 года совершенствование технологических процессов, внедрение проектов бережливого производства, развитие полигонных технологий организации перевозок отнесено к организационным инновациям, направленным на повышение технологической конкурентоспособности компании, рисунок 1.

Баланс интересов всех вертикалей управления перевозочным процессом заключается в достижении следующих целей, обеспечивающих устранение внутрикорпоративных потерь:

- устранение действующих ограничений и оптимизация параметров графика движения поездов;

- выполнение всего комплекса работ при проведении ремонта на закрытых полигонах, исключив предоставление дополнительных окон;
- увеличение выработки на закрытых полигонах в целях максимального использования инфраструктуры;
- повышение качества ремонта инфраструктуры;
- адресное повышение установленных скоростей движения поездов.

Внедрение программы проектов бережливого производства, направленные на сокращение или ликвидацию потерь, совершенствование технологических процессов с применением информационно-управляющих систем рассматривается как важнейшая стратегическая инициатива АО «НК «КТЖ», направленная на достижение установленных параметров эксплуатационной работы железных дорог.



Рисунок 1 – Достижение конкурентных преимуществ с помощью Lean технологии производства

Применение основных принципов определения ценности технологических процессов, формирования потока создания ценности, обеспечение непрерывного течения этого потока, а также принципа «вытягивания» затруднено многопрофильностью и технологическим разнообразием видов деятельности, продуктов и услуг Компании.

В апреле 2011 года в Казахстане стартовала Правительственная программа «Производительность – 2020», в рамках которой, одной из приоритетных задач является модернизация управленческих технологий, в частности применение системы Бережливого производства. Учитывая необходимость выполнения задач, поставленных Правительством Республики Казахстан, а также предыдущие результаты исследований, осознавая ответственность перед работниками, в 2011 году руководством АО «Локомотив» было принято стратегическое решение о начале внедрения системы Бережливого производства в практику деятельности предприятия [1].

В настоящее время приоритет применения технологий бережливого производства смещен от начального этапа массового развертывания проектов улучшений к этапу

повышения качества проектов с целью фокусировки на применении инструментов, обеспечивающих значительные улучшения, увязанные со стратегическими задачами Компании и ежегодными заданиями по оптимизации расходов.

Инициация проектов направлена на достижение параметров целевого состояния Компании в области бережливого производства (таблица 1), ее филиалов и подразделений, осуществляющих перевозки грузов и пассажиров, содержания и предоставления услуг инфраструктуры и тяги, а также подразделений, обеспечивающих взаимодействие с внешними клиентами.

Таблица 1 – Логистика развития бережливого производства

Цели выполнения программ Совершенствования бизнес- процессов	Целевое состояние Компании	Задачи бережливого производства, решение которых обеспечит переход к целевому состоянию Компании
- повышение добавленной ценности процессов, работ и услуг внешнему и внутреннему клиенту; - сокращение продолжительности операций за счет сокращения потерь и оптимизация используемых ресурсов; - повышение качества и надежности производственных процессов, направленных на снижение себестоимости конечного продукта.	- Устранены все виды потерь; - выявлены ключевые технологические и бизнес-процессы подразделений, разработаны карты потока создания ценности и проекты по устранению потерь в интересах внешних и внутренних клиентов; - высшее руководство полностью вовлечено в реализацию Концепции бережливого производства, поддерживает и участвует в деятельности по разработке проектов; - технологии бережливого производства и инструменты устранения потерь полностью интегрированы в регламенты системы управления в Компании; - отсутствуют искажения информации при анализе потерь и оценке эффективности процессов; - КПЭ структурных подразделений учитывают результаты применения технологий бережливого производства; - стандартизированы рабочие места, процессы и операции; - сформирована производственная культура	- Определение основных параметров потоков создания ценности как условий повышения конкурентоспособности и клиентоориентированности Компании на рынке транспортных услуг; - организация работы по формированию стандартных операционных карт ключевых технологических процессов в пилотных подразделениях, с дальнейшим тиражированием на все подразделения производственного блока, имеющие соответствующие рабочие места; - аудит результативности проектов бережливого производства для тиражирования лучшего опыта с эффективным инструментарием подбора проектов; - развитие системы материальной мотивации работников и разработка мероприятий нематериальной мотивации к постоянному поиску и устранению потерь, реализации проектов бережливого производства; - формирование эффективных средств дистанционного и практического каскадного

	непрерывных улучшений Компании; - во всех структурных подразделениях действует система инициации и управления предложениями.	обучения применению инструментов бережливого производства с оценкой качества обучения по методу 360°; - создание системы корпоративной сертификации экспертов по применению технологий бережливого производства - «лидеров бережливых изменений»; - упрощение процедур оформления проектов бережливого производства, интеграция информационных систем и ресурсов, используемых при управлении предложениями и проектами бережливого производства, формирование автоматизированных средств анализа процессов и расчета экономического эффекта; - интеграция информационных систем и внутрикорпоративных ресурсов по бережливому производству; - создание системы анализа качества проектов бережливого производства.
--	---	---

Переход к целевому состоянию Компании за счет использования концепции бережливого производства осуществляется выполнением мероприятий программ совершенствования бизнес-процессов по следующим приоритетным направлениям:

- определить основные параметры потоков создания ценности в интересах внутреннего и внешнего клиента;
- расширить полигоны тиражирования передового опыта проектов бережливого производства, обеспечивая существенный рост доли эффекта, генерируемого этими проектами;
- особое внимание уделять multifunctional проектам по совершенствованию сквозных технологий перевозочного процесса;
- совершенствовать организационную модель управления программой устранения потерь в бизнес-процессах;
- обеспечить интеграцию технологий бережливого производства в основную деятельность Компании, а также обеспечить интеграцию внедрения проектов бережливого производства с реализацией программ повышения эффективности деятельности АО «НК «КТЖ»;
- формировать культуру непрерывных улучшений, выявляя лидеров бережливых изменений;
- применять инновационные цифровые технологии;

- обоснованно оценивать экономический эффект на всех этапах жизненного цикла проекта бережливого производства с учетом формирования нормативно-целевых бюджетов филиалов [2].

Понимание целевого состояния процессов производственного блока крайне важно для планируемых улучшений в деятельности Компании при применении технологий бережливого производства, направленных на устранение потерь. Целевое состояние разрабатывается на основе детального объективного анализа текущего состояния реально выполняемых процессов структурного подразделения на основе наблюдений за ходом операций.

Текущее и целевое состояние применения технологий бережливого производства определяется тремя элементами:

- выявление и устранение потерь в процессах;
- производственная культура непрерывных улучшений;
- организационная модель применения технологий бережливого производства.

Целевое состояние в отношении выявления и устранения потерь определяется группами показателей: результативность выявления потерь процесса, анализ бизнес-процессов и разработка проектов их совершенствования, экономическая оценка устранения потерь.

Результативность достижения целевого состояния определяется совместным влиянием технологий бережливого производства (устойчивое внедрение принципов, методов и инструментов бережливого производства) и уровня зрелости производственной культуры непрерывных улучшений (опыт и модель поведения на всех уровнях организации).

Показатели, характеризующие развитие производственной культуры непрерывных улучшений объединены в группы: вовлеченность персонала и подразделений в процессы улучшений, характеристика обучения персонала по программам практического освоения инструментов бережливого производства, а также информационная поддержка и создание единой информационной среды бережливого производства.

Организационная модель применения технологий бережливого производства основывается на принципах проектного управления и предусматривает иерархическую структуру проектных офисов функциональных филиалов АО «НК «КТЖ», проектных офисов железных дорог – региональных центров корпоративного управления и координацию их деятельности в центральном аппарате компании. В целевом состоянии системы управления проектами бережливого производства необходимо обеспечить переход от реализации отдельных локальных проектов к формированию среды постоянных улучшений «сверху – вниз» и «снизу – вверх» на основе реализации взаимосвязанных проектов (или мероприятий) нацеленных на создание ценности для потребителей (внешних и внутренних) путем устранения потерь в ключевых технологических процессах [3].

Трансформация организационной модели бережливого производства должна быть направлена на усиление роли функциональных филиалов в инициации проектов и согласовании размера эффекта с бюджетами этих филиалов.

Основной задачей проектных офисов бережливого производства железных дорог является инициация и координация крупных межфункциональных проектов на полигоне дороги, а также тиражирование лучших практик и реализованных решений по устранению потерь. При поэтапном переходе на полигонные технологии управления перевозочным процессом в соответствующих органах управления появятся функции инициализации и сопровождения проектов бережливого производства на полигоне [4].

Проектные офисы функциональных филиалов АО «НК «КТЖ» формируют планы и задачи структурным подразделениям, обеспечивают оказание методической помощи в

проработке и внедрении бережливого производства, предусматривают расходы в своих бюджетах на реализацию проектов, а также тиражирование успешных проектов бережливого производства в границах своих компетенций. Функциональные филиалы, являясь заказчиком осуществляют экспертизу проектов бережливого производства, выдвинутых проектными офисами региональных дирекций.

Проектные офисы бережливого производства региональных дирекций обеспечивают внедрение технологий бережливого производства, а также создают условия для формирования мотивационной среды к постоянному улучшению деятельности на региональном уровне управления.

Для инициализации проектов устранения потерь в процессах структурных подразделений, формирования предложений по совершенствованию процессов создаются рабочие группы – основное звено инициализации и реализации Программы проектов «Бережливое производство в АО «НК «КТЖ». Их предложения, оформленные в виде проектов, с рассчитанным экономическим эффектом передаются в проектные офисы региональных дирекций на экспертизу качества проектов, а затем в проектные офисы функциональных филиалов на утверждение и комплексное решение задач в области сокращения потерь.

Показатели целевого состояния организационной модели применения технологий бережливого производства отражают интеграцию технологий бережливого производства и системы управления Компанией, показатели оценки эффективности работы проектных офисов.

Стратегия развития АО «НК «КТЖ» до 2030 года и его дочерних компаний определили основные этапы и направления совершенствования организационной структуры и системы управления. При их реализации должны быть использованы принципы и инструменты бережливого производства, интегрированные в достижение ключевых инициатив: расширение полигонов управления движением, развитие тяжеловесного движения, специализация отдельных направлений преимущественно для грузовых и преимущественно для пассажирских перевозок, повышение уровня маршрутизации грузовых перевозок, переход на сервисное обслуживание локомотивного парка, развитие автоматизированных систем управления перевозочным процессом, оптимизация работы малодеятельных линий, совершенствование систем мониторинга и диагностики инфраструктуры и др.

Выявление и сокращение потерь в подразделениях АО «НК «КТЖ» направлено на оптимизацию бизнес-процессов подразделений АО «НК «КТЖ»; сокращение вариативности операций и применение оптимальных способов выполнения процессов; формирование программ совершенствования бизнес-процессов подразделений АО «НК «КТЖ».

Процессная модель предприятия позволяет выявить и идентифицировать процессы, проследить информационные связи между ними, определить необходимые управляющие воздействия и требуемые ресурсы, а, следовательно, оптимизировать бизнес-процессы железнодорожного транспорта; планировать и организовывать деятельность, контролировать и анализировать ее, вносить предложения по улучшению деятельности; строить информационную систему предприятия, сокращать имеющиеся потери [3].

Применение принципов бережливого производства независимо от того, внутренним или внешним является клиент подразделения, направлено на формирование проектов устранения потерь, которые обеспечивают достижение стратегических целей Компании и функциональных филиалов, исключая случайные, неупорядоченные усовершенствования (рисунок 2).

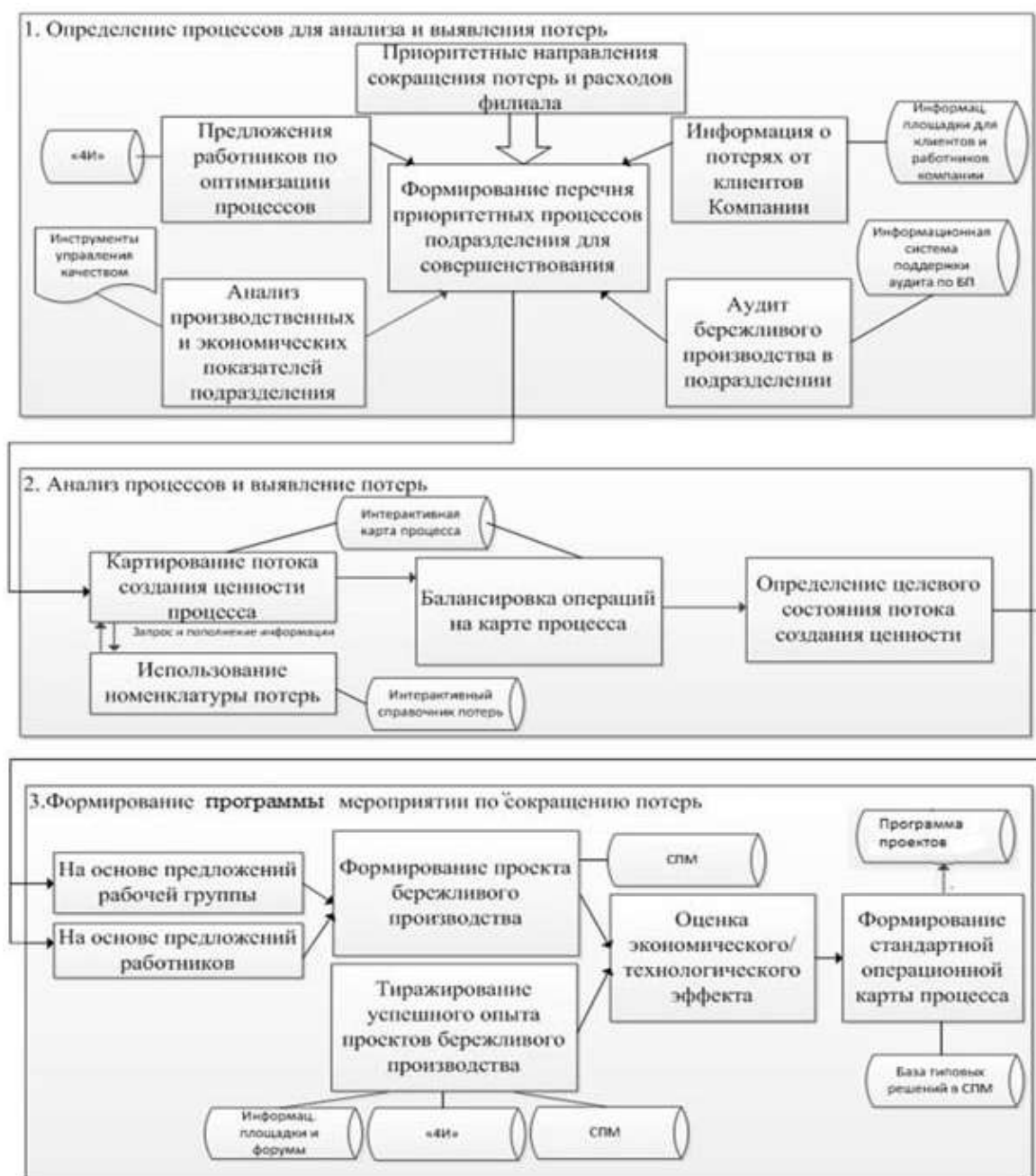


Рисунок 2 – Концептуальная модель выявления и сокращения потерь в подразделениях АО «НК «КТЖ»

Концептуальная модель выявления и сокращения потерь, представленная на рисунке 2, состоит в определении процессов для анализа и выявления потерь, проведении анализа процессов и выявление потерь, и как результат – формирование мероприятий по сокращению потерь.

Блок 1. Отражает необходимость при определении процессов для анализа и выявления потерь необходимо определить приоритетные направления сокращения потерь и расходов. Необходимо получить предложения от работников по оптимизации процессов, так как они лучше владеют информацией и видят конкретные недоработки или причины возникновения потерь для компании.

Информация, получаемая от работников, является ценной для последующего анализа и сокращения или полной ликвидации потерь в бизнес-процессе структурного

подразделения или филиала.

При формировании перечня приоритетных процессов структурных подразделений с целью совершенствования бизнес-процессов необходимо проанализировать их производственные и экономические показатели. Анализ информации о потерях от клиентов АО «НК «КТЖ» позволит улучшить организационную и договорную работу с клиентами, оптимизировать процессы внешнего взаимодействия с клиентами и сократить потери внутри Компании взаимодействия.

Проведение аудита проектов бережливого производства позволит сформировать приоритетные направления по устранению потерь в бизнес-процессах компании.

Определение процессов для анализа и оптимизации необходимо осуществлять на основе приоритетных направлений сокращения потерь и расходов, утвержденных для функционального филиала, к которому относится подразделение. По выбранному направлению необходимо в порядке убывания приоритетов рассмотреть следующие процессы:

- «сквозные» процессы, целиком охватывающие цепочку создания ценности для внешнего клиента, включая этапы взаимодействия с ним;
- процессы взаимодействия, в которых клиентами являются смежные подразделения. Оптимизация данных процессов позволит решить проблемы устранения потерь внутри Компании взаимодействия и нерациональных взаимосвязей между подразделениями;
- обеспечивающие процессы, необходимые для организации перевозочной деятельности, но не создающие ценности для конечного клиента.

Результатом первого этапа представленной комплексной методики будет сформированный перечень приоритетных процессов подразделения для совершенствования или оптимизации бизнес-процесса в целом.

Блок 2 рисунка 2 показывает, как проводится подробный анализ процессов и выявления потерь, основным элементом которого является составление карты потока создания ценности. Картирование позволяет визуализировать весь бизнес- процесс, отразить специфику деятельности подразделения и определить процессы, требующие оптимизации, видеть потери и возможные пути их ликвидации или сокращения. Проводить балансировку операций на карте процесса с целью определения целевого потока создания ценности.

Проекты бережливого производства должны быть направлены на устранение потерь и сокращение дополнительных расходов бизнес-процесса.

В результате формирования карты потока создания ценности можно увидеть бизнес-процесс до и после внедрения проектов бережливого производства.

Блок 3 представленной концептуальной модели выявления и сокращения потерь в подразделениях АО «НК «КТЖ» (рисунок 2) включает формирование программы мероприятий по сокращению потерь:

- формирование проектов бережливого производства, инициированных на основе предложений работников и рабочих групп;
- тиражирование передового опыта проектов, прошедших соответствующую экспертизу в проектных офисах функциональных филиалов и железных дорог.

Выводы. Приоритетным направлением совершенствования бизнес-процессов на железнодорожном транспорте является формирование рациональных потоков создания ценности в интересах внутреннего и внешнего клиента; расширение полигонов тиражирования лучших проектов бережливого производства, акцентируя важность разработки multifunctional проектов по совершенствованию сквозных технологий перевозочного процесса; повышение вовлеченности руководителей в инициирование и дальнейшую реализацию проектов; формирование культуры

непрерывных улучшений, выявляя лидеров бережливых изменений.

Процессный подход к совершенствованию экономической и производственной системы железнодорожного транспорта предусматривает непрерывную реализацию 3-х основных блоков: определение процессов для анализа и устранения потерь, идентификация информационных связей между ними, управленческих разрывов и проблемных зон в выполнении целевых значений производственных показателей; выявление потерь с применением инструментов программы бережливого производства, прежде всего, картирования потока создания ценности и номенклатуры типовых потерь; формирование мероприятий программы совершенствования бизнес-процессов, направленных на сокращение потерь, определение необходимых управляющих воздействий и требуемых ресурсов, оптимизация бизнес-процессов с отражением процесса в виде стандартной операционной карты.

Литература

1. Электронный ресурс: Стратегическое решение внедрения системы Бережливого производства https://ktzh-gp.kz/page.php?ELEMENT_ID=2953
2. Бубнова Г.В. Новый подход к формированию качественной модели бизнес-отношений на транспорте // Сборник научных трудов «Финансовые результаты управления качеством транспортного обслуживания». Под редакцией Ю.И. Соколова, И.М. Лаврова. – Москва, 2017. – С. 13-14.
3. Ефимова О.В., Кузьмина Л.В., Калинина Д.В. Эффекты бережливого производства. // Мир транспорта. – 2012. – № 5. – С. 62-67.
4. Соколов Ю.И., Амраев Р.А. Оценка экономической эффективности повышения качества транспортного обслуживания в международном сообщении // Экономика железных дорог. – 2018. – № 1. – С. 12-17.

References

1. Electronic resource: Strategic decision introduction of a lean production system https://ktzh-gp.kz/page.php?ELEMENT_ID=2953
2. Bubnova G.V. A new approach to the formation of a qualitative model of business relations in transport // Collection of scientific papers "Financial results of quality management of transport services". Edited by Yu.I. Sokolov, I.M. Lavrov. – Moscow, 2017. – pp. 13-14.
3. Efimova O.V., Kuzmina L.V., Kalinina D.V. Effects of lean production. // The world of transport. – 2012. – No. 5. – pp. 62-67.
4. Sokolov Yu.I., Amriev R.A. Assessment of the economic efficiency of improving the quality of transport services in international traffic // Economics of Railways. – 2018. – No. 1. – pp. 12-17.

МУСАЛИЕВА Р.Д. – т.ғ.к., қауым. профессор (Алматы қ., Логистика және көлік академиясы)

АСЫЛБЕКОВА И.Ж. – т.ғ.к., қауым. профессор (Алматы қ., Азаматтық авиация академиясы)

ИСЛАМБЕКОВ Б.К. – магистрант (Алматы қ., Логистика және көлік академиясы)

ТЕМІР ЖОЛ КӨЛІГІНДЕ ҮНЕМ ӨНДІРІС ҚҰРАЛДАРЫН ҚОЛДАНУ

Аңдатпа

Мақалада кәсіпорынның мақсатты жағдайына қол жеткізу үшін үнемді өндіріс құралдарын пайдалана отырып, жүктер мен жолаушыларды тасымалдауды басқаруда

технологиялық процестердің құнын анықтаудың негізгі принциптері мен шығындарды анықтау және азайтудың тұжырымдамалық моделін қолдану қарастырылады.

Түйінді сөздер: темір жол инфрақұрылымы, жүктер мен жолаушыларды тасымалдау, үнемді өндіріс, шығынды азайту, бизнес-процесс, процесс үлгісі.

MUSALIEVA R.D. – c.t.s., assoc. professor (Almaty, Academy of logistics and transport)

ASILBEKOVA I.Zh. – c.t.s., assoc. professor (Almaty, Civil Aviation Academy)

ISLAMBEKOV B.K. – master's student (Almaty, Academy of logistics and transport)

APPLICATION OF LEAN MANUFACTURING TOOLS IN RAILWAY TRANSPORT

Abstract

The article discusses the application of the basic principles of determining the value of technological processes and a conceptual model for identifying and reducing losses in the management of the transportation of goods and passengers using lean production tools to achieve the target state of the company.

Key words: railway infrastructure, transportation of goods and passengers, lean manufacturing, loss reduction, business process, process model.

УДК 629.423

СМИРНОВ В.П. – д.т.н., профессор (Российская Федерация, г. Москва, Российский университет транспорта (МИИТ))

БАТАШОВ С.И. – к.т.н., доцент (Российская Федерация, г. Москва, Российский университет транспорта (МИИТ))

ЧУБОВ Р.С. – аспирант (Российская Федерация, г. Москва, Российский университет транспорта (МИИТ))

СЕРИККУЛОВА А.Т. – к.т.н., доцент (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

НАДЕЖНОСТЬ ИЗОЛЯЦИИ ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОВОЗОВ-ТОЛКАЧЕЙ

Аннотация

Рассмотрено воздействие конструкционных, технологических и эксплуатационных факторов на надежность изоляции тяговых электродвигателей электровозов-толкачей. Установлено наибольшее воздействие токовой нагрузки при ведении тяжеловесных поездов.

Ключевые слова: электровоз-толкач, тяговый электродвигатель, надежность изоляции.

На начальном этапе исследования надежности тяговых электродвигателей (ТЭД) в качестве объекта были взяты ТЭД подталкивающих электровозов переменного тока ВЛ80Р. В течение шести лет контролировались не менее 160-220 ТЭД. На основании статистических данных рассчитаны параметры потоков отказов тяговых

электродвигателей $\omega_{\text{тэд}}$, электрических отказов ТЭД $\omega_{\text{эл}}$, якорей $\omega_{\text{я}}$, главных, дополнительных полюсов и компенсационных обмоток. Одновременно на участке Иркутск – Слюдянка, перегонах Большой луг – Слюдянка выполнялись опытные поездки с динамометрическим вагоном, опытными электровозами подталкивающего движения ВЛ80Р, в которых осуществлялась запись: скорости движения; позиций регулирования; напряжения контактной сети; токов двигателей; токов терморезисторов датчиков температуры обмоток и катушек ТЭД; температуры окружающего воздуха; сопротивления, увлажненности изоляции измерителями сопротивления; увлажненности и степени старения изоляции МІС2500, мегаомметрами на 2500 В. Во время движения, на остановках и конечных пунктах производился контроль температуры методом вольтметра-амперметра приборами класса 0,2, инфракрасными термометрами ИК350, «Кельвин» с погрешностью измерений не более 1°C.

Анализ результатов исследований, ранее выполненных нами, и литературных сведений о надежности изоляции двигателей показал, что отказы изоляционных конструкций обусловлены воздействием на ТЭД несколько разных по природе факторов. Для анализа факторов, воздействующих на изоляцию ТЭД использована следующая схема их классификации. В зависимости от типов электровозов, типов двигателей и характеристик участков обращения ТЭД были сгруппированы факторы по трем уровням:

- различные виды питающего тока, типы электровозов, типы двигателей, участки обращения;

- один тип электровозов и тип двигателей, различные участки обращения;

- один тип электровозов и тип двигателей, один участок обращения.

В пределах уровня факторы разделялись на эксплуатационные, технологические и конструкционные, а также на переменные (имеющие достаточно широкий диапазон изменения) и постоянные (не изменяющиеся или факторы, колебания которых относительно среднего значения незначительны). Таким образом, на первом уровне исследования все факторы являлись переменными (таблица 1). Для второго уровня часть факторов являлись переменными, а часть постоянными. Для третьего уровня количество переменных факторов уменьшено по сравнению со вторым уровнем при определенном возрастании количества постоянных.

Анализ данных, приведенных в таблице 1, показывает, что количество факторов, которые могут оказать воздействие на надежность изоляции велико. Очевидно, что наиболее полный факторный анализ возможен на первом уровне. Однако отсутствие некоторых данных не позволяет провести исследование на этом уровне. Рассмотренные данные таблицы 1 показывают на то, что в наших условиях возможно выполнение достаточно полного факторного анализа на третьем уровне, то есть на уровне депо, эксплуатирующего один тип электровозов, один тип двигателя, на одном участке обращения. Очевидно, анализ результатов исследования на уровне депо, дополненный имеющимися данными о работе однотипных двигателей на различных участках обращения (второй уровень) позволит достаточно четко представить механизм снижения уровня диэлектрических свойств изоляции и дать оценку факторам первого уровня рассмотрения, которые не использовались в исследовании.

Таблица 1 – Факторы, воздействующие на изоляцию ТЭД

Факторы	Уровни рассмотрения
---------	---------------------

	I	II	III
А. Эксплуатационные			
1. Токовая нагрузка	+	+	+
2. Вариации токовой нагрузки	+	+	+
3. Температура окружающей среды	+	+	+
4. Вариации температуры окружающей среды	+	+	+
5. Влажность окружающей среды	+	+	+
6. Вариации влажности окружающей среды	+	+	+
7. Величина динамического воздействия со стороны пути	+	+	+
8. Время нахождения электровоза в нерабочем состоянии	+	+	+
9. Число циклов перехода температуры окружающей среды через нулевое значение	+	+	+
10. Напряжение контактной сети	+	+	+
11. Вариации напряжения контактной сети	+	+	+
12. Фактический расход воздуха ТЭД	+	+	+
13. Методы и средства контроля состояния изоляции в эксплуатации	+	+	+
14. Методы и средства поддержания необходимого уровня диэлектрических свойств изоляции в эксплуатации	+	+	+
Б. Технологические			
1. Качество изоляционных материалов	+	+	+
2. Качество пропитки изоляции лаками	+	+	+
3. Качество сушки изоляции после пропитки	+	+	+
4. Тип пропиточных лаков	+	-	-
5. Квалификация ремонтного персонала	+	-	-
6. Методика и средства контроля состояния изоляции в процессе и после ремонта	+	+	-
7. Методика и средства монтажа изоляции	+	+	+
8. Технология пайки проводников якоря к петушкам коллектора	+	+	-
9. Технология перемещения якоря в процессе ремонта	+	+	-
10. Методы и средства контроля состояния изоляции при выполнении текущих ремонтов	+	+	+
11. Методы и средства поддержания необходимого уровня диэлектрических свойств изоляции при выполнении текущих ремонтов	+	+	+

В. Конструкционные			
1. Тип пропиточных лаков	+	-	-
2. Тип изоляционных материалов	+	-	-
3. Тип и схема вентиляции ТЭД	+	-	-
4. Номинальный расход воздуха	+	-	-
5. Защита ТЭД от аварийных режимов	+	-	-
6. Тип подвешивания ТЭД	+	-	-
7. Тип крепления обмоток и катушек полюсов	+	-	-
8. Величина номинального напряжения ТЭД	+	-	-
9. Характер напряжения ТЭД	+	+	-
10. Величина межламельного напряжения	+	+	-
11. Способ размещения обмотки якоря ТЭД в пазах	+	-	-
12. Способ намотки изоляции проводников якорной обмотки ТЭД	+	-	-
13. Способ намотки катушек полюсов и обмоток ТЭД	+	-	-
14. Тип обмотки ТЭД	+	-	-
15. Тип изоляции обмотки ТЭД	+	-	-
16. Форма проводников обмотки ТЭД	+	-	-
17. Конструкция лобовых частей обмотки якоря	+	-	-
18. Тип припоя, используемого при пайке проводников якоря к петушкам коллектора	+	-	-

С целью выбора значимых факторов определены характер и теснота парной связи между вероятными факторами и надежностью изоляции ТЭД. Для определения влияния токовой нагрузки на надежность изоляции ТЭД с помощью программы автоматизированной системы управления локомотивами Восточного региона (АСУТ-Т) были выбраны данные о распределении поездов четного направления по массе (рисунок 1), распределении поездов четного направления, подталкиваемых электровозами ВЛ80Р, в зависимости от типа головного локомотива (рисунки 2а, 2б, 2в), времени работы с поездами в режиме подталкивания (рисунок 3) и времени следовании электровозов ВЛ80Р подталкивающего движения резервом (рисунок 4).

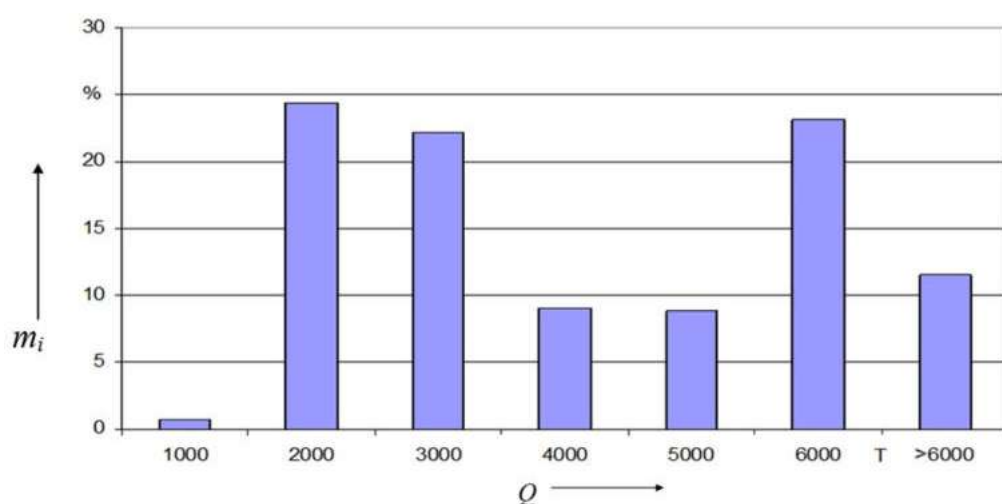
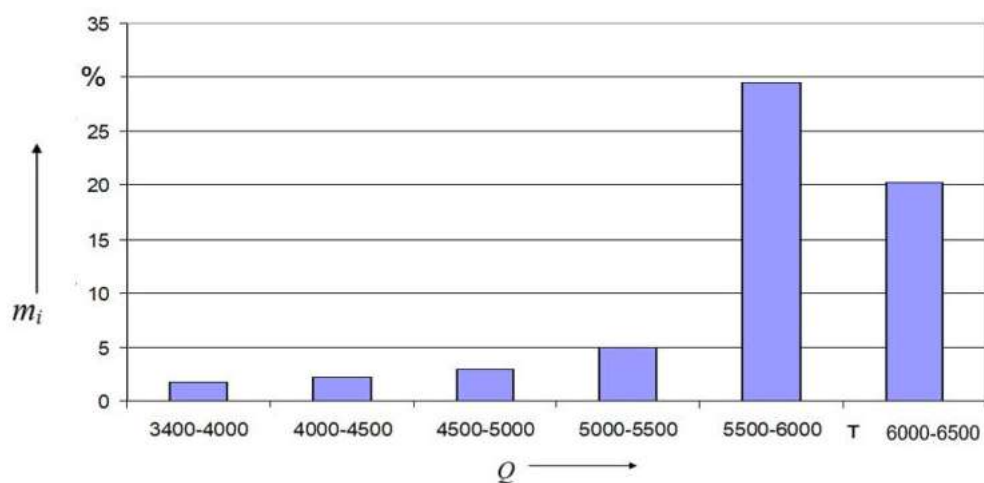
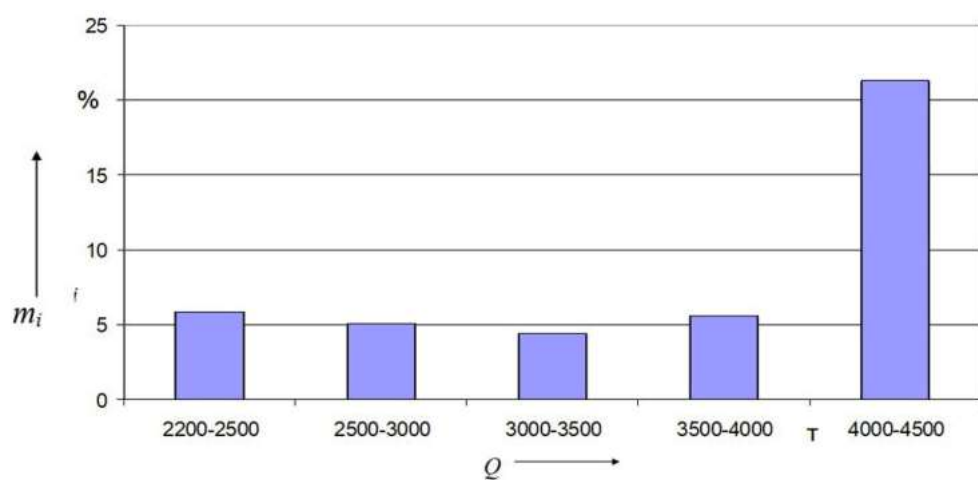


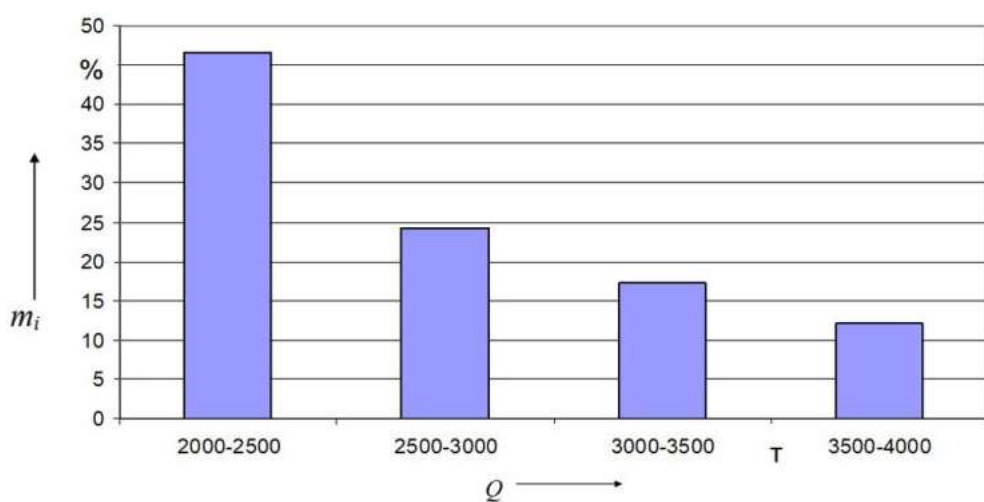
Рисунок 1 – Гистограмма распределения грузовых поездов по массе



а)



б)



в)

Рисунок 2 – Распределение масс поездов по типам головных электровозов:
 а – ВЛ85 и 1.5ВЛ80Р; б – ВЛ80Р; в – ВЛ80Т

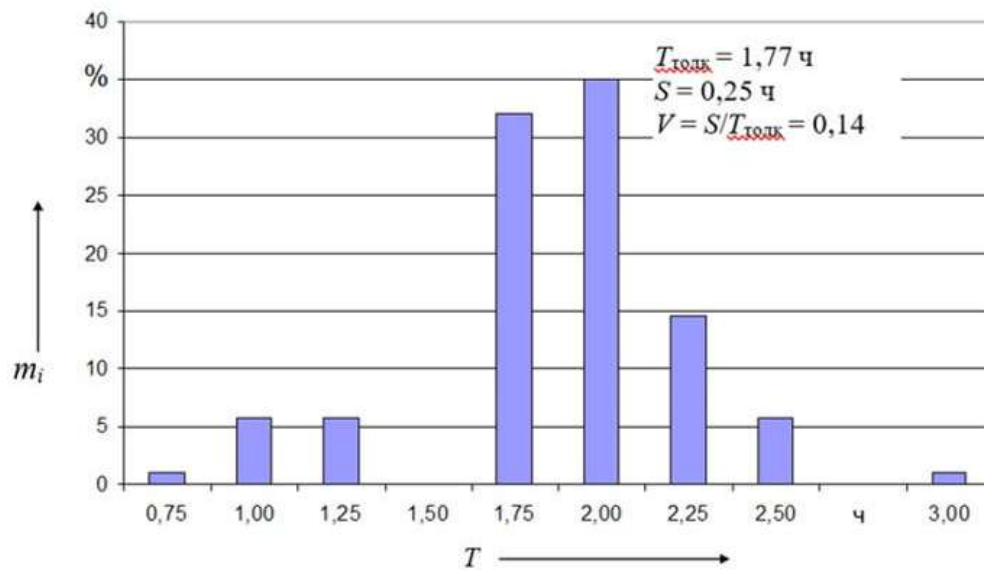


Рисунок 3 – Время работы подталкивающего электровоза ВЛ80Р в режиме толкания

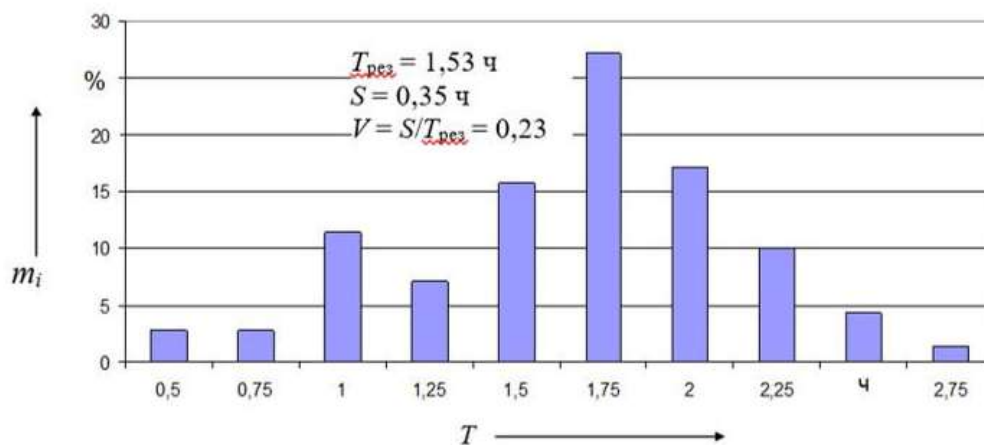


Рисунок 4 – Время работы подталкивающего электровоза ВЛ80Р при следовании резервом

Для определения тесноты связи между параметром потока электрических отказов ТЭД подталкивающих электровозов ВЛ80Р и токовой нагрузкой двигателей использованы данные о величинах токовой нагрузки двигателей, полученные при анализе результатов опытных поездок с подталкивающими электровозами. Проанализированы результаты тяговых расчетов с помощью программного обеспечения «КОРТЭС», экспертных оценок машинистов-инструкторов, машинистов. Были получены результаты, приведенные в виде зависимости параметра потока отказов изоляции ТЭД $\omega_{эл}$ от максимальной токовой нагрузки I (рисунок 5) с характеристиками статистической связи, данными в таблице 2.

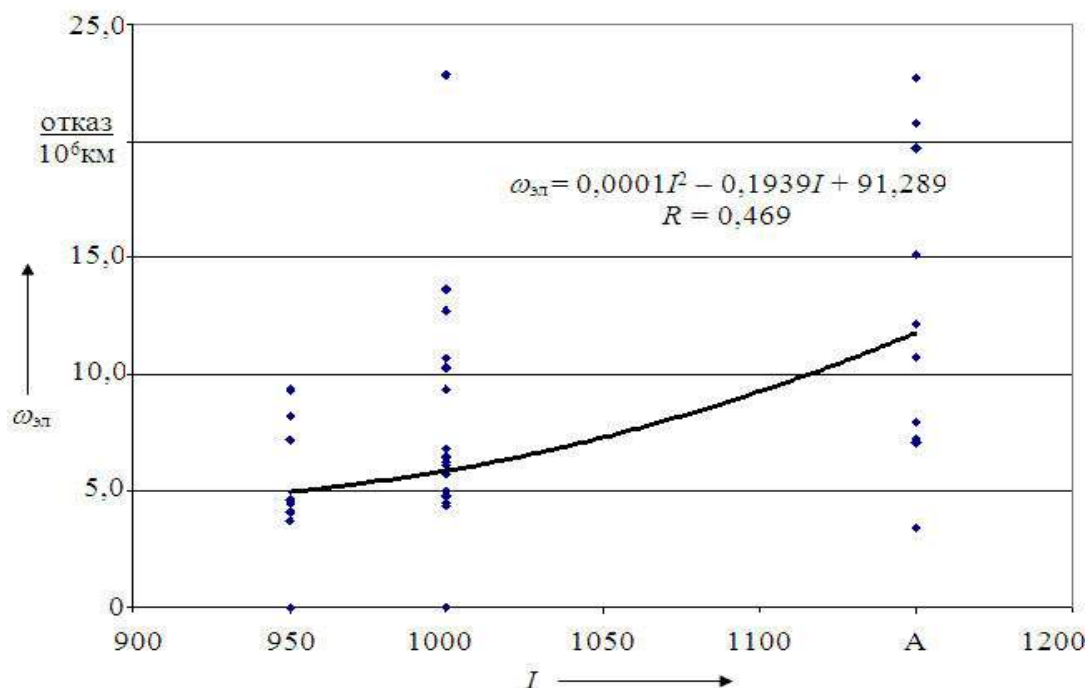


Рисунок 5 – Зависимость параметра потока отказов изоляции ТЭД от максимальной токовой нагрузки

Таблица 2 – Характеристики статистической связи между параметром потока электрических отказов изоляции ТЭД и величиной наибольшей токовой нагрузки

Уравнение связи	Корреляционное отношение R
$\omega_{эл} = 0,0358 I_a - 29,528$	0,464
$\omega_{эл} = 0,0001 I_a^2 - 0,1939 I_a + 91,289$	0,469

Литература

1. Юренков М.Г. Анализ влияния условий эксплуатации на надежность тяговых электродвигателей. // Исследование работы электрооборудования и вопросы прочности электроподвижного состава: Научные труды ОмИИТ. – Омск, 1975. – Т. 171. – С. 57-60.
2. Глущенко М.Д. Проблемы эксплуатационной диагностики тяговых электродвигателей подвижного состава и пути их решения: Автореферат дис. докт. техн. наук. – М.: МИИТ, 1999. – 39 с.
3. Смирнов В.П. Непрерывный контроль температуры предельно нагруженного оборудования электровоза. – Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2003. – 328 с.
4. Исмаилов Ш.К., Смирнов В.П., Худоногов А.М. Кинетика процесса тепло- и влагообмена в изоляции обмоток тяговых электрических машин. – М.: Известия высших учебных заведений. Машиностроение, 2008. – № 9. – С. 35-42.
5. Исмаилов Ш.К. Повышение ресурса изоляции электрических машин подвижного состава. – Омск: Изд-во Омского государственного ун-та путей сообщения, 2007. – 392 с.
6. Худоногов А.М., Смирнов В.П., Оленцевич Д.А., Алексеев Д.Ю. Мониторинг управления процессами теплового старения изоляции тяговых двигателей электровозов. – Новочеркасск: Вестник Всероссийского научно-исследовательского и проектно-конструкторского института электровозостроения, 2007. – № 2. – С. 177-180.

7. Исмаилов Ш.К., Худонов А.М., Макаров В.В., Раздобаров А.В., Смирнов В.П., Орленко А.И. Диагностирование состояния изоляции обмоток ТЭМ с использованием компьютерных технологий. Депонированная рукопись ВНИИАС МПС (ОИТЭИ) ж. д. трансп. (ЦНИИТЭИ) № 6476-жд 2006 13.01.2006.

8. Исмаилов Ш.К., Смирнов В.П., Худонов А.М. Пути повышения функциональной надежности электровоза. – М.: Известия высших учебных заведений. Машиностроение, 2006. – № 4. – С 28-34.

9. Худонов А.М., Орленко А.И., Пехметов И.С., Смирнов В.П., Гамаюнов И.С., Ермолаев А.В., Коноваленко Д.В., Иванов В.Н., Исмаилов Ш.К. Метод расчета теплового старения изоляции обмоток тяговых электродвигателей. – Иркутск: Изд-во Иркутского государственного ун-та путей сообщения. Сборник научных статей «Актуальные аспекты организации работы железнодорожного транспорта», 2006. – С. 82-88.

10. Худонов А.М., Орленко А.И., Смирнов В.П., Пехметов И.С., Гамаюнов И.С., Ермолаев А.В., Коноваленко Д.В., Галеева Н.А., Иванов В.Н., Исмаилов Ш.К. Методы определения теплового старения изоляции асинхронных вспомогательных машин электроподвижного состава. – Иркутск: Изд-во Иркутского государственного ун-та путей сообщения. Сборник научных статей «Актуальные аспекты организации работы железнодорожного транспорта», 2006. – С. 76-81.

References

1. Yurenkov M.G. Analysis of the influence of operating conditions on the reliability of traction motors. // Research of electrical equipment operation and issues of strength of electric rolling stock: Scientific works of OMIIT. – Omsk, 1975. – Vol. 171. – pp. 57-60.

2. Glushchenko M.D. Problems of operational diagnostics of traction electric motors of rolling stock and ways to solve them: Abstract of the dissertation. technical sciences. – M.: MIIT, 1999. – 39 p.

3. Smirnov V.P. Continuous temperature control of extremely loaded electric locomotive equipment. – Irkutsk: Publishing House of Irkut State University, 2003. – 328 p.

4. Ismailov Sh.K., Smirnov V.P., Khudonogov A.M. Kinetics of heat and moisture exchange process in insulation of windings of traction electric machines. – M.: Proceedings of higher educational institutions. Mechanical Engineering, 2008. – No. 9. – pp. 35-42.

5. Ismailov Sh.K. Increasing the insulation resource of electric rolling stock machines. – Omsk: Publishing House of the Omsk State University of Railways, 2007. – 392 p.

6. Khudonogov A.M., Smirnov V.P., Olentsevich D.A., Alekseev D.Yu. Monitoring of thermal aging insulation processes of traction engines of electric locomotives. – Novocherkassk: Bulletin of the All-Russian Research and Design Institute of Electric Locomotive Engineering, 2007. – No. 2. – pp. 177-180.

7. Ismailov Sh.K., Khudonogov A.M., Makarov V.V., Razdobarov A.V., Smirnov V.P., Orlenko A.I. Diagnostics of the insulation state of TEM windings using computer technologies. Deposited manuscript of VNIAS MPS (OITEI) zh. d. трансп. (TSNIITEI) No. 6476-railway 2006 13.01.2006.

8. Ismailov Sh.K., Smirnov V.P., Khudonogov A.M. Ways to improve the functional reliability of an electric locomotive. – M.: News of higher educational institutions. Mechanical Engineering, 2006. – No. 4. – From 28-34.

9. Khudonogov A.M., Orlenko A.I., Pekhmetov I.S., Smirnov V.P., Gamayunov I.S., Ermolaev A.V., Konovalenko D.V., Ivanov V.N., Ismailov Sh.K. Method for calculating thermal aging of insulation of traction motor windings. – Irkutsk: Publishing House of the Irkutsk State University of Railways. Collection of scientific articles "Actual aspects of the organization of railway transport", 2006. – pp. 82-88.

10. Khudonogov A.M., Orlenko A.I., Smirnov V.P., Pekhmetov I.S., Gamayunov I.S., Ermolaev A.V., Konovalenko D.V., Galeeva N.A., Ivanov V.N., Ismailov Sh.K. Methods for determining thermal aging of insulation of asynchronous auxiliary machines of electric rolling stock. – Irkutsk: Publishing House of the Irkutsk State University of Railways. Collection of scientific articles "Actual aspects of the organization of railway transport", 2006. – pp. 76-81.

СМИРНОВ В.П. – т.ғ.д., профессор (Ресей Федерациясы, Мәскеу қ., Ресей көлік университеті (МИИТ))

БАТАШОВ С.И. – т.ғ.к., доцент (Ресей Федерациясы, Мәскеу қ., Ресей көлік университеті (МИИТ))

ЧУБОВ Р.С. – аспирант (Ресей Федерациясы, Мәскеу қ., Ресей көлік университеті (МИИТ))

СЕРІКҚҰЛОВА А.Т. – т.ғ.к., доцент (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

ТАРТҚЫШ ҚОЗҒАЛТҚЫШТАРДЫ ОҚШАУЛАУ СЕНІМДІЛІГІ ИТЕРГІШ ЭЛЕКТРОВОЗДАР

Аңдатпа

Итергіш электровоздардың тартқыш электр қозғалтқыштарын оқшаулау сенімділігіне құрылымдық, технологиялық және пайдалану факторларының әсері қарастырылады. Ауыр салмақты пойыздарды жүргізу кезінде ток жүктемесінің ең үлкен әсері анықталды.

Түйінді сөздер: итергіш-электровоз, тартқыш электр қозғалтқыш, оқшаулау сенімділігі.

SMIRNOV V.P. – d.t.s., professor (Russian Federation, Moscow, Russian university of transport (MIIT))

BATASHOV S.I. – c.t.s., assoc. professor (Russian Federation, Moscow, Russian university of transport (MIIT))

CHUBOV R.S. – postgraduate student (Russian Federation, Moscow, Russian university of transport (MIIT))

SERIKKULOVA A.T. – c.t.s., assoc. professor (Almaty, Kazakh university ways of communications)

RELIABILITY OF TRACTION MOTOR INSULATION ELECTRIC PUSH LOCOMOTIVES

Abstract

The influence of structural, technological and operational factors on the reliability of insulation of traction electric motors of electric push locomotives is considered. The greatest impact of the current load when driving heavy trains has been established.

Keywords: electric locomotive pusher, traction electric motor, insulation reliability.

УДК 656.7

КАСКАТАЕВ Ж.А. – к.т.н., доцент (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

АМАНОВА М.В. – к.т.н., PhD, доцент (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

КОКРЕКБАЕВ М.К. – к.т.н., доцент (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

ОСТРОВЕРХОВА Ю.И. – магистр, ст. преподаватель (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ РАБОТЫ И МОЩНОСТИ УСТРОЙСТВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ

Аннотация

В данной статье рассматриваются рекомендации по рациональному использованию технологических работ и мощности технических средств и устройств железнодорожных станций, ускорения выполнения станционных технологических операций, сокращения времени накопления вагонов на станциях, а также по определению сфер эффективности применения оптимальной технологии и мощности устройств железнодорожных станций.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, станция, сортировочный парк, автоматизированные системы управления, график движения поездов, план формирования поездов, электрическая централизация.

Введение.

Железнодорожные станции, являясь опорными пунктами по организации вагонопотоков на железнодорожных полигонах магистральной сети Казахстана, должны обеспечивать выполнение заданных технико-технологических нормативов эксплуатационной работы, основанных на рыночных экономических принципах функционирования железнодорожной отрасли в транспортно-коммуникационном комплексе страны. Решение этой задачи требует проведения соответствующей политики и создания транспортной инфраструктуры, минимизирующей транспортную составляющую общественных затрат на основе эффективного использования имеющихся производственных мощностей.

Таким образом, решение проблемы повышения эффективности работы железнодорожных станций невозможно без усиления исследований по определению дальнейших направлений развития железнодорожного транспорта, в частности эксплуатационной работы сортировочных станций на основе системного анализа его состояния на современном этапе с учетом возрастающих объемов грузовых перевозок.

Основная часть.

На основе изучения особенностей технологии и оснащения существующих станций их работу можно представить в виде неделимой многофазной системы обслуживания.

Применительно к сортировочной станции, в зависимости от характера и последовательности операций, выполняемых с вагонами и поездами, можно выделить следующие основные взаимосвязанные фазы переработки вагонопотоков:

- в парке приема – подготовка составов к роспуску и расформирование их на горке;
- в сортировочном парке – накопление составов, формирование и перестановка их в парк отправления;

- в парке отправления – техническое обслуживание и коммерческий осмотр составов, обеспечение их поездными локомотивами и локомотивными бригадами, отправление поездов на выходные участки.

Каждую фазу можно представить в виде одной или нескольких параллельно работающих технологических линий, каждая из которых состоит из одного или нескольких каналов функционирующей системы массового обслуживания.

Для определения близких к оптимальным параметрам и показателей работы каждой такой линии надо учитывать влияние предыдущих (прямые связи) и последующих (обратные связи) линий. Отрицательное влияние обратных связей проявляется в невозможности передачи составов или вагонов на последующую фазу переработки.

При изменении объема перевозок влияние внутренних факторов на работу станций становится заметной. Для выяснения причин затруднений и разработки рекомендаций по их устранению в 60-е и 70-е годы были проведены теоретические исследования процессов на технических станциях. В частности, были установлены вероятностные закономерности колебаний размеров поездопотоков, продолжительности обработки составов в парках, проведены исследования по оптимизации технических и технологических параметров станций. Это, прежде всего, исследования Е.В. Архангельского [1], А.В. Быкадорова [2], П.С. Грунтова [3], Н.В. Правдина [4], Е.А. Сотникова [5], И.Б. Сотникова [6], И.Г. Тихомирова [7], А.К. Угрюмова [8]. Сложные взаимосвязи, оказывающие существенное влияние на продолжительность простоя вагонов, можно выявить при системном подходе к анализу внутростанционных процессов с учетом ограничений по техническому оснащению (путевое развитие, мощность станционных устройств).

При определении возможных внутрисуточных колебаний поступления поездов на станцию, связанных с неравномерностью движения, необходимо правильно учесть действующие на нее факторы. При больших размерах движения и нескольких подходах к станции закон распределения числа поездов, прибывающих за интервал времени $(0, t)$, приближается по характеру к закону Пуассона, и вероятность того, что за это время на станцию поступит N_m поездов, будет:

$$P(N_m) = \frac{(\lambda t)^{N_m}}{N_m!} e^{-\lambda t}, \quad (1)$$

где λ – средняя интенсивность прибытия поездов на станцию;
 e – основание натурального логарифма.

В тех случаях, когда число поездов, прибывающих в переработку на станцию за единицу времени, подчиняется закону Пуассона, величины интервалов между ними будут распределены по показательному закону с плотностью вероятности

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t}. \quad (2)$$

Если же заполнение пропускной способности и число подходов к станции незначительно, распределение интервалов между поездами подчиняется либо эрланговскому закону с плотностью распределения

$$f(t) = \frac{\lambda K^n}{(k-1)!} e^{-\lambda K t} t^{k-1}, \quad (3)$$

либо нормальному закону

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{[t-M(t)]^2}{2\sigma^2}}, \quad (4)$$

где t – интервал между прибывающими поездами;
 k – параметр распределения Эрланга ($k=1, 2, 3, \dots$);
 σ – среднее квадратичное отклонение;
 $M(t)$ – математическое ожидание случайной величины.

При пуассоновском распределении вероятностей числа прибывающих на станцию поездов за часовой период вероятность прибытия числа поездов больше среднего значения незначительна. Например, при среднечасовой интенсивности поступления трех поездов вероятность поступления четырех поездов 0,17, пяти - 0,10, а шести - 0,05.

Технологический процесс работы с вагонами на станциях представляет сложный комплекс взаимосвязанных систем обслуживания. Однако, выделяя составные процессы из технологического комплекса и математически описывая каждый из них с учетом их взаимосвязи, можно получить достаточно простые аналитические зависимости. При этом для математического описания каждый из процессов необходимо представить в виде системы массового обслуживания. Например, для перерабатываемых вагонов на сортировочной станции должны быть рассмотрены системы обслуживания: осмотр бригадами ПТО в парках приема и отправления, расформирование - формирование поездов, накопление, окончание формирования и вывод составов в парк отправления, отправление поездов на участок.

При описании станционного процесса с помощью теории массового обслуживания необходимо учитывать особенности, заключающиеся в том, что системы составляют последовательную линейную сеть, в которой поток, выходящий из одной, служит входящим для смежной системы. Например, проходя через сортировочную станцию, поток в последовательности технологических операций испытывает различные преобразования: сложение, разделение, погашение, накопление, трансформацию и т.д., в результате которых происходит изменение вероятностей структуры потоков, поступающих на вход системы обслуживания.

При решении практических задач в ряде случаев не возникает необходимость использования законов распределения. Оказывается, достаточным установление некоторых числовых характеристик исследуемых случайных величин, таких как математическое ожидание, дисперсия, коэффициент вариации. Характеристики поступающего в различные системы станции поездопотока (с некоторыми допущениями) могут быть определены аналитическим методом, учитывая параметры графика движения на участках и обслуживающих устройствах.

Например, на сортировочной станции для нахождения коэффициента вариации величины интервалов в потоке поездов, поступающих в парк приема, после выделения из общего числа поездов, перерабатываемых при известных характеристиках графика движения, коэффициент вариации величины интервалов между прибывающими в переработку поездами может быть найден по формуле

$$v_{nep} = \sqrt{1 - \frac{N_{nep}}{N_{zp}} (1 - v_{zp}^2)}, \quad (5)$$

где N_{nep} – среднесуточное число поездов, поступающих в переработку на станцию;
 N_{zp} – число ниток грузовых поездов в графике движения;

v_{zp} – коэффициент вариации интервалов исходного потока, т.е. интервалов между грузовыми поездами в графике движения.

$$v_{zp}^2 = \frac{D(I)}{[M(\dot{I})]^2} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{zp}} (\dot{I} - \dot{I}_{zp})^2}{I_{zp}^2 N_{zp}}, \quad (6)$$

где I – величина интервала между смежными нитками грузовых поездов в графике движения;

I_{zp} – среднее значение этого интервала.

При примыкании к станции нескольких участков коэффициент вариации вычисляется для каждого из них. По такому же методу коэффициент вариации определяется для транзитных поездов без переработки

$$v_{zp} = \sqrt{1 - \frac{N_{mp}}{N_{zp}} (1 - v_{zp}^2)}, \quad (7)$$

N_{mp} – среднесуточное количество транзитных поездов без переработки.

Таким же способом можно определять коэффициент вариации интервалов в потоке, поступающим в систему отправления, при следовании на несколько участков. При этом за исходный принимается поток, образованный после технического обслуживания в системе парка отправления.

При рассмотрении вопросов, связанных с процессами работы с вагонами, следует иметь в виду, что поток, проходя через систему обслуживания, подвергается некоторой трансформации, вследствие чего, за исключением отдельных случаев, возникает изменение закона распределения выходящего потока по сравнению с входящим.

В случае, когда на обслуживание поступает пуассоновский поток требований, коэффициент вариации длительности интервалов между моментами выхода их из системы рассчитывается по формуле

$$v_{ВЫХ} = \sqrt{1 - \psi^2 (1 - v_{обс}^2)} \quad (8)$$

где ψ – коэффициент загрузки системы обслуживания, т.е. отношение интенсивности входящего потока к интенсивности обслуживания;

$N_{обс}$ – коэффициент вариации времени обслуживания.

Для систем массового обслуживания с эрланговским входящим потоком и временем обслуживания приближенное выражение коэффициента вариации интервалов выходящего потока будет иметь вид

$$v_{ВЫХ} = \sqrt{v_{ВХ}^2 - \psi^2 (v_{ВХ}^2 - v_{обс}^2)}, \quad (9)$$

где $v_{ВХ}$ – коэффициент вариации интервалов входящего потока.

При определении характеристики потоков, обслуживаемых каждой бригадой технического осмотра в парке приема, входящий поток надо разделить на ряд

индивидуальных потоков. Коэффициент вариации интервалов в потоке, обслуживаемом каждой бригадой технического осмотра, может быть найден по формуле

$$v_{\tau} = \frac{v_{\theta}}{\sqrt{B}}, \quad (10)$$

где v_{θ} – коэффициент вариации длительности интервалов в исходном потоке;
 B – число бригад ПТО.

Из-за неравномерности поступления потоков в системы обслуживания и продолжительности обработки в них, перед обслуживающими аппаратами образуются очереди, появляются элементы ожидания технологических операций, оказывающие существенное влияние на простои вагонов.

В связи с этим, для комплексного решения задач, связанных с установлением обоснованных норм простоя вагонов, необходимо учесть эти элементы, имея в виду, что на расчетное время простоя в ожидании обслуживания влияют загрузка аппарата и интенсивность обслуживания, коэффициенты вариации поступающего потока времени обслуживания.

Время ожидания начала технического осмотра, когда действует двухканальная система массового обслуживания с эрланговским входящим потоком и временем обслуживания, в общем виде может быть определено по формуле

$$t_{ож} = \frac{\psi_s \alpha_s (v_{BX\theta p}^2 + v_{обс}^2)}{2(1 - \psi_s) [1 - v_{BX\theta p}^2 (1 - \psi_s)] (\mu_1 + \mu_2)}, \quad (11)$$

где ψ_s – суммарная загрузка системы;
 μ_1, μ_2 – интенсивности обслуживания соответственно первого и второго аппаратов;
 $v_{обс}$ – коэффициент вариации продолжительности обслуживания;
 $v_{BX\theta p}$ – коэффициент вариации интервалов;
 α_s – в общем случае коэффициент, значение которого

$$\alpha_s = \frac{S^2 \psi^2}{(S-1)(S-2) + \psi(2S + S\psi - 2)}; \quad (12)$$

где S – число аппаратов обслуживания.

Для двух аппаратов обслуживания (двух бригад технического осмотра), когда

$$\alpha_s = \frac{2\psi}{1 + \psi},$$

$$t_{ож}^{TO} = \frac{\psi_{\theta p}^2 (v_{BX\theta p}^2 + v_{обс\theta p}^2)}{(1 - \psi^2) [1 - v_{BX\theta p}^2 (1 - \psi_{\theta p})] (\mu_1 + \mu_2)}. \quad (13)$$

В одноканальной системе массового обслуживания эрланговским входящим потоком и эрланговским временем обслуживания, среднее время ожидания обслуживания определяется по формуле

$$t_{ОЖ} = \frac{\psi_{бр}^2 (v_{BX}^2 + v_{обм}^2)}{2\mu(1-\psi_{бр})[1-v_{BX}(1-\psi_{бр})]}, \quad (14)$$

где $\psi_{бр}$ – коэффициент загрузки экипажа обслуживания;
 μ – интенсивность обслуживания;
 v_{BX} , $v_{об}$ – коэффициенты вариации соответственно входящего потока и времени обслуживания.

Так как интенсивность обслуживания в системе технического осмотра, определяющая среднее число составов, которое может быть подготовлено к

расформированию работниками ПТО в единицу времени, $\mu = \frac{1}{t_{бр}}$, коэффициент загрузки

бригады ПТО $\psi_{бр} = \frac{N_p t_{бр}}{24}$, а суточное число поездов, осматриваемое бригадой пункта технического обслуживания, N_p , то время ожидания осмотра может быть определено по формуле

$$t_{ОЖ}^{TO} = \frac{N_p^2 t_{бр}^2 (v_{BX}^2 + v_{оббр}^2)}{2(24 - N_p t_{бр})[24 - v_{BX}(24 - N_p t_{бр})]}, \quad (15)$$

где $t_{бр}$ – время осмотра состава бригадой ПТО.

Для установления среднего времени ожидания составом расформирования необходимо учитывать, что интенсивность обслуживания в системе расформирования обратно пропорциональна горочному технологическому интервалу с учетом времени на постоянные операции, т.е.

$$\mu_z = \frac{1}{t_z}. \quad (16)$$

Тогда среднее время ожидания расформирования может быть найдено по формуле

$$t_{ОЖ}^P = \frac{N_p^2 t_z^3 (v_{BXz}^2 + v_{обГ}^2)}{2(24 - N_p t_z)[24 - v_{BXz}(24 - N_p t_z)]}, \quad (17)$$

где v_{BXz} – коэффициент вариации интервалов во входящем на горку потоке, образованном трансформацией при обработке составов одной бригадой ПТО или объединением трансформированных потоков при обработке несколькими бригадами ПТО;

N_p – среднее число поездов, поступающих в переработку за сутки;

$v_{обз}$ – коэффициент вариации продолжительности расформирования состава;

t_z – величина горочного интервала.

Ожидание времени формирования на один сформированный состав при закреплении маневровых локомотивов за вытяжными путями формирования и загрузке каждого из них

при равномерном распределении работы $\psi = \frac{N_\phi t_\phi}{24 M}$, определяется следующим образом

$$t_{ож}^{\phi} = \frac{N_{\phi}^2 t_{\phi}^3 (v_{вх\phi}^2 + v_{об\phi}^2)}{2(24M - N_{\phi} t_{\phi}) [24M - v_{вх\phi} (24M - N_{\phi} t_{\phi})]}, \quad (18)$$

где N_{ϕ} – число формируемых поездов в сутки;

M – число маневровых локомотивов.

В решении задач по совершенствованию указанных процессов важное место занимает автоматизация операций и широкое использование ЭВМ, в частности, для переработки информации, содержащейся в натурных листах; моделирования расположения вагонов во всех парках станции; хранения предварительной информации телеграмм – натурных листов поездов, находящихся на подходах; ведения номерного учета накопления вагонов и составления натурных листов и сортировочных листов.

Одновременно с совершенствованием технологических операций большую роль в деле ускорения продвижения вагонов имеет повышение темпов механизации и автоматизации производственных процессов, совершенствование технических средств (оптимизация конструкций составных элементов станций, улучшение маневровых локомотивов и вагонного парка, внедрение устройств для закрепления вагонов на путях станции, расширение внедрения АСУ для разных станций и в целом для сети железных дорог, системы АСУТП и т.д.).

Для станций погрузки, выгрузки и перегрузки грузов, кроме рассмотренных выше, появляется еще ряд факторов, влияющих на систему работы с вагонами, их простои.

При работе с местными вагонами значительно сложнее становится система поступления и распределения потоков вагонов и грузов, комплекс элементов, участвующих в процессах их переработки, количество подразделений и других ведомств, связанных с этими процессами.

Поэтому следует учитывать многие дополнительные факторы внутреннего характера, влияющие на работу с вагонами. Важнейшее место в этом процессе занимают процессы ожидания операций из-за появления очереди в объектах обслуживания и время, затрачиваемое на технологические операции.

Для возможности в последующем определения общей методики сокращения простоя вагонов рассмотрим в обобщенном виде основные внутренние факторы, влияющие на работу с местными вагонами и сокращение их простоя, как под технологическими операциями, так и в ожидании их выполнения, имея в виду, что изложенные ранее положения о сущности неравномерности поступления потоков по железной дороге, процессов ожидания технологических операций, нормирования их и т.д. в значительной мере относятся ко всем видам станций.

Вопросы сокращения межоперационных простоев вагонов имеют огромное значение, поскольку для многих грузовых станций время ожидания технологических операций составляет около 70% общего времени простоя. При определении величин возможных ожиданий производятся расчеты поступающих потоков требований и времени обслуживания их.

Среднее время межоперационных перерывов в ожидании подач рассчитывается для каждого маневрового района:

$$t_{ожi} = \frac{\psi_L t_{об} (1 + v_{об}^2)}{2(1 - \psi_L)}, \quad (19)$$

где $t_{об} = \frac{\sum n_{опi} t_{опi}}{\sum n_{ожi}}$ – среднее время обслуживания одной заявки;
 $t_{опi}$ – продолжительность выполнения данной операции;

$n_{опi}$ – число операций данного вида в маневровом районе;

$\psi_L = \frac{T_L}{1440 - t_{пост}}$ – коэффициент загрузки локомотива в транспортном процессе;

T_L – суммарное время технологических перерывов в работе локомотивов в течение суток;

$\nu_{об}$ – коэффициент вариации времени обслуживания.

После этого определяется средневзвешенная величина межоперационных перерывов в целом на станции

$$t_{ОЖОП}^{ПР} = \frac{1}{n} \sum t_{ОЖi} n_i, \quad (20)$$

где n – суммарный вагонопоток;

$\nu_{ГРАФ}$ – коэффициент вариации величины интервала между нитками графика для грузовых поездов.

При расчетах, производимых для станций, в которых входящий поток содержит передаточные или другие поезда с местными вагонами, следующие только до этой станции, а также для станций, связанных с перегрузкой грузов, возникает необходимость в дополнительных решениях по рассматриваемому вопросу.

При определении времени нахождения местных вагонов на станции требуется установление таких числовых характеристик, как расчетное число вагонов и назначений в передаче, среднее значение и коэффициент вариации интервала между поступлением передач, число подач к грузовым фронтам, среднее значение и коэффициент вариации интервалов между поступлением подач.

Среднее число вагонов в передаче

$$m_{ПЕР} = \frac{\sum n_{ПЕРi}}{\sum N_{ПЕРi}}, \quad (21)$$

где $\sum n_{ПЕРi}$ – суммарное число вагонов, поступающих на станцию за рассматриваемый период;

$\sum N_{ПЕРi}$ – общее число передач, поступающих за тот же период.

Число назначений в передаче

$$K = \frac{\sum K_i}{\sum N_{ПЕРi}}, \quad (22)$$

где $\sum K_i$ – суммарное число назначений в рассматриваемых передачах.

Средний интервал между поступлением передач

$$\dot{I} = \sum \dot{I}_i P_i, \quad (23)$$

где I и P_i – интервал и вероятность величины интервала.

Коэффициент вариации величины интервала между нитками в графике движения поездов

$$v_i = \frac{\sqrt{\sum I_i^2 P_i - I_i^2}}{I} \quad (24)$$

Естественно, что при рассмотрении внутренних факторов, влияющих на работу с вагонами и ускорение их продвижения, необходимо учитывать уровень надежности технических средств в зависимости от уровня их загрузки.

Для повышения уровня работы с вагонами на любой станции большое значение имеет обеспечение требуемой эксплуатационной надежности, поскольку под эксплуатационной надежностью понимается способность станции выполнять заданный объем работы при установленных технологических нормах, в зависимости от имеющегося технического оснащения с учетом неравномерности подвода поездов, т.е. вероятность безотказной работы

$$P = \frac{X}{\Pi} \quad (25)$$

где X – фактический объем выполняемых операций за сутки;

Π – суточная производительность технических средств.

В результате исследований по сокращению простоя местных вагонов в железнодорожных узлах, разработана методика расчета фактического объема операций за сутки и других величин, уровня загрузки технических средств, уровня надежности их функционирования, а также средней величины межоперационных простоев. Установлено, что простои в ожидании обслуживания зависят от загрузки обслуживаемых устройств, колебаний интервалов между поступлением заявок, колебаний продолжительности обслуживания и среднего значения времени обслуживания.

Наиболее завышенные простои вагонов в ожидании погрузочно-разгрузочных и других операций возникают, когда суточное поступление вагонов превышает перерабатывающую способность станции и взаимосвязанных с ней элементов.

Таким образом, необходимо установить обоснованные пропорции между объемами работы по переработке местных вагонов и грузов и используемыми техническими средствами с учетом возникающих неизбежных колебаний.

Опыт показывает, что для резкого снижения межоперационных простоев на грузовых станциях и обслуживаемых ими объектах, в том числе на подъездных путях требуются определенные резервы технических средств с учетом реально возникающей неравномерности поступающих потоков и выполняемых операций.

Немалые резервы заложены и в устранении недостатков, возникающих из внешних и внутренних факторов, влияющих на простои вагонов и сроки вывоза грузов, колебаний потоков, повторных переработок вагонов, несогласованности в работе между звеньями, участвующими в работе с вагонами, а также в интенсификации технологических операций, повышении уровня технической дисциплины.

Литература

1. Архангельский Е.В. Определение необходимых резервов производственной

мощности станций. // Вестник ВНИИЖТ. – 1985. – № 3. – С. 6-9.

2. Быкадоров А.В. Аналитический расчет показателей работы станции. // Железнодорожный транспорт. – 1979. – №5. – С. 58-59.

3. Грунтов П.С. Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте. – Москва: Транспорт, 1994. – 542 с.

4. Правдин В.Н., Шеляев А.И., Негрей В.Я. Некоторые проблемы дальнейшего улучшения работы железнодорожного транспорта. // Труды БелИИЖТ. – 1978. – Выпуск 131. – С. 3-16.

5. Сотников И.Б. Взаимодействие станций и участков железных дорог. // Труды МИИТ. – 1985. – Вып. 9. – С. 82-87.

6. Сотников Е.А., Лангер Ю.М., Суржина В.И. Использование экспертных оценок при анализе эксплуатационной работы железных дорог. // Вестник ВНИИЖТ. – 1981. – №2. – С. 13-16.

7. Тихомиров И.Г. и др. Интенсификация использования подвижного состава и перевозочной мощности железных дорог. – Москва: Транспорт, 1977. – 295 с.

8. Угрюмов А.К., Грошев Г.М., Кудрявцев В.А., Платонов Г.А. Оперативное управление движением на железнодорожном транспорте. – Москва: Транспорт, 1983. – 240 с.

References

1. Arkhangelsky E.V. Determination of the necessary reserves of the production capacity of the stations. // Bulletin of VNIIZhT. – 1985. – No. 3. – pp. 6-9.

2. Bykadorov A.V. Analytical calculation of station performance indicators. // Rail transport. – 1979. – No.5. – pp. 58-59.

3. Gruntov P.S. Management of operational work and quality of transportation on railway transport. – Moscow: Transport, 1994. – 542 p.

4. Pravdin V.N., Shelyaev A.I., Negrey V.Ya. Some problems of further improvement of railway transport. // Trudy Belizht. – 1978. – Issue 131. – pp. 3-16.

5. Sotnikov I.B. Interaction of stations and sections of railways. // Proceedings of MIIT. – 1985. – Issue 9. – pp. 82-87.

6. Sotnikov E.A., Langer Yu.M., Surzhina V.I. The use of expert assessments in the analysis of operational work of railways. // Vestnik VNIIZHT. – 1981. – No. 2. – pp. 13-16.

7. Tikhomirov I.G. et al. Intensification of the use of rolling stock and transportation capacity of railways. – Moscow: Transport, 1977. – 295 p.

8. Ugryumov A.K., Groshev G.M., Kudryavtsev V.A., Platonov G.A. Operational traffic management on railway transport. – Moscow: Transport, 1983. – 240 p.

ҚАСҚАТАЕВ Ж.А. – т.ғ.к., доцент (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

АМАНОВА М.В. – т.ғ.к., PhD, доцент (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

КӨКРЕКБАЕВ М.К. – т.ғ.к., доцент (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

ОСТРОВЕРХОВА Ю.И. – магистр, аға оқытушы (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

ТЕМІРЖОЛ СТАНЦИЯЛАРЫ ҚҰРЫЛҒЫЛАРЫНЫҢ ЖҰМЫС ТЕХНОЛОГИЯСЫ МЕН ҚУАТЫН ЖЕТІЛДІРУ САЛАСЫНДАҒЫ ЗЕРТТЕУЛЕР

Аңдатпа

Бұл мақалада теміржол станцияларының техникалық құралдары мен

құрылғыларының технологиялық жұмыстары мен қуатын ұтымды пайдалану, станциялық технологиялық операциялардың орындалуын жеделдету, станцияларда вагондардың жиналу уақытын қысқарту, сондай-ақ теміржол станциялары құрылғыларының оңтайлы технологиясы мен қуатын пайдалану тиімділігінің салаларын анықтау бойынша ұсыныстар қарастырылады.

Түйінді сөздер: теміржол көлігі, станция, сұрыптау паркі, автоматтандырылған басқару жүйелері, пойыздардың қозғалыс кестесі, пойыздарды қалыптастыру жоспары, электрлік орталықтандыру.

KASKATAEV Zh.A. – c.t.s., assoc. professor (Almaty, Kazakh university ways of communications)

AMANOVA M.V. – c.t.s., PhD, assoc. professor (Almaty, Kazakh university ways of communications)

KOKREKBAYEV M.K. – c.t.s., assoc. professor (Almaty, Kazakh university ways of communications)

OSTROVERKHOVA Yu.I. – master's degree, senior lecturer (Almaty, Kazakh university ways of communications)

RESEARCH IN THE FIELD OF IMPROVING THE TECHNOLOGY OF OPERATION AND POWER OF DEVICES OF RAILWAY STATIONS

Abstract

This article discusses recommendations for the rational use of technological works and the capacity of technical means and devices of railway stations, speeding up the execution of station technological operations, reducing the accumulation time of wagons at stations, as well as determining the areas of effectiveness of the optimal technology and power of devices of railway stations.

Keywords: railway transport, station, marshalling yard, automated control systems, train schedule, train formation plan, electric centralization.

УДК 625

ИБРАГИМОВ О.А. – к.т.н., доцент (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

ЛЕЩЕНКО А. – магистрант (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

ВЛИЯНИЕ КОРРОЗИИ НА ПРОЧНОСТЬ БЕТОНА ПРИ ИЗГИБЕ

Аннотация

В крупномасштабной инфраструктуре используется армирующий бетон. Считалось, что защита стальной арматуры бетоном является постоянной. Влияние атмосферной коррозии стали на ее характеристики в бетоне было предметом споров в строительной отрасли. Срок службы железобетонной конструкции может быть значительно сокращен, когда начинается коррозия арматурной стали; продукт коррозии расширяется и занимает больший объем, чем первоначальный объем стали, и в конечном

итоге вызывает растрескивание бетона. Коррозия стали, встроенной в бетонные конструкции, становится серьезной технологической проблемой из-за ее серьезных последствий, включая растрескивание и отслоение бетонного покрытия, уменьшение поперечного сечения арматуры и потерю сцепления между бетоном и арматурой. Ухудшение состояния железобетонной конструкции из-за коррозии арматурной стали является проблемой во всем мире, влияющей на долговечность и срок службы конструкции. В этой работе мы представляем структурные эффекты износа стали с особым вниманием к прочности балки на изгиб. В дополнение к прочности при изгибе было изучено влияние различных степеней коррозии арматуры, деформационного поведения и режима разрушения. Была проведена лабораторная экспериментальная работа, чтобы узнать влияние коррозии и растрескивания на прочность при изгибе. Для достижения различных уровней коррозии используется электрохимическая система. Испытание ЖБ-балки, подвергнутой воздействию агрессивной среды, проводится для оценки остаточной прочности. Результатом является влияние степени коррозии на остаточную прочность ЖБ-балки. Другие параметры варьируются, такие как скорость коррозии и развитие взаимосвязи между степенью коррозии и пропускной способностью балки.

Ключевые слова: прочность при изгибе, усиленная коррозия, остаточная прочность.

Введение.

Железобетон использовался в качестве основного материала в основной несущей системе различных конструкций в нескольких странах. Железобетон признан прочным и способным выдерживать различные условия окружающей среды. Тем не менее, разрушения конструкций все еще происходят в результате преждевременной коррозии стальной арматуры. Коррозия арматуры в железобетоне ухудшает прочность такой конструкции. Влияние коррозии еще более выражено в изгибаемом железобетонном элементе, поскольку почти вся сила натяжения приходится на стальную арматуру.

Коррозия стальной арматуры в ЖБ-балке уменьшает площадь поперечного сечения стали и создает локальные неоднородности стальной поверхности. Способность стали к растяжению уменьшается прямо пропорционально потере площади стали. Кроме того, потеря стальной поверхности приводит к потере сцепления между сталью и окружающим бетоном. Все эти действия способствуют потере жесткости и пластичности балки и, таким образом, снижают предел прочности балки. Следует подчеркнуть, что армирующая сталь предусмотрена в железобетоне, чтобы противостоять растягивающим силам и вызывать контролируемое растрескивание в этой зоне. Однако коррозия не только ухудшает стальной стержень и его функцию передачи растягивающих напряжений, но и приводит к разрушению бетона из-за откола покрытия.

Системы гражданской инфраструктуры из железобетона (ЖБ) являются критически важными активами для социально-экономического развития любой страны. Проектирование и обслуживание этих систем в течение определенного срока службы были признаны важнейшими проблемами во всем мире. Конструкции ЖБ характеризуются высокой прочностью; однако в течение срока их эксплуатации они подвергаются внутренним и внешним воздействиям, которые влияют на производительность, удобство обслуживания и безопасность. В настоящее время многие изношенные конструкции оцениваются на предмет возможного ремонта и продолжения эксплуатации, поскольку их замена была бы экономически нецелесообразной. Например, около 173 000 мостов в Соединенных Штатах являются структурно несовершенными или функционально устаревшими частично из-за коррозии сообщили, что глобальные затраты на коррозию составляют 2,5 трлн долларов США (около 3,4% мирового валового внутреннего продукта). Таким образом, разработка надежных моделей для

прогнозирования и стратегий периодического осмотра и технического обслуживания играет важную роль в обеспечении достижения целевых показателей надежности в течение периода непрерывной эксплуатации.

В данной статье основное внимание уделяется комбинированному механизму коррозионно-усталостного разрушения. Коррозия вызывается проникновением хлоридов, что, в свою очередь, является результатом сложного взаимодействия между физическими и химическими процессами, которые обусловлены условиями окружающей среды. Комбинированный коррозионно-усталостный износ возникает в результате действия циклических напряжений в агрессивных средах. Локализованная коррозия, приводящая к образованию язв, может стать местом зарождения усталостных трещин. Например, несколько экспериментальных исследований показали, что точечная коррозия ответственна за образование усталостных трещин в широком диапазоне сталей и алюминиевых сплавов. Коррозионные агенты (например, морская вода) увеличивают скорость роста усталостных трещин, в то время как морфология металлов/сплавов на микроуровне определяет места зарождения ям.

Существует ограниченное количество экспериментальных испытаний на коррозионную усталость в ЖБ-конструкциях. Ан и Редди (2001) провели экспериментальное исследование для оценки долговечности ЖБ-балок, подвергнутых усталостной нагрузке и попаданию хлоридов. Испытания включали 16 балок и учитывали влияние статической и циклической нагрузки при различных соотношениях вода/цемент. Попеременное заполнение и опорожнение резервуара имитировали морскую приливную зону, а для ускорения коррозии арматуры использовался метод гальваностатической коррозии. Предел прочности балок был испытан после 78 000 циклов с применением четырехточечной нагрузки на изгиб. Результаты показали, что балки, подвергнутые циклическому нагружению в течение периода воздействия, показали более низкую предельную прочность, чем балки, подвергнутые статическому нагружению. Принимая во внимание неизбежное снижение предела прочности, другие экспериментальные исследования были сосредоточены на оценке эффективности использования композитных ремонтных материалов. Совсем недавно Ван и др. (2018) провели всестороннее экспериментальное исследование для количественной оценки влияния циклической нагрузки на процесс поступления хлорида. Они обнаружили, что учет условий усталостной нагрузки оказывает важное влияние на оценку срока службы в зависимости от агрессивности окружающей среды.

Моделирование комбинированного воздействия коррозии и усталости по-прежнему остается открытой задачей. Бастидас-Артеага и др. (2009) предложили первую вероятностную модель коррозионной усталости для ЖБ-конструкций, подверженных попаданию хлорида; однако эта модель использует упрощенное решение закона Фика для моделирования процесса попадания хлорида, который не всегда соответствует действительности. С другой стороны, экспериментальные данные указывают на то, что попадание хлорида сильно зависит от погодных условий окружающей среды, то есть температуры и влажности. Поскольку исследования по изменению климата предсказывают несколько изменений климата (МГЭИК 2013), влияние глобального потепления на поступление хлоридов и, следовательно, на надежность конструкции также следует учитывать при оценке поведения конструкции

Торрес-Акоста и др. использовали образцы бетонных балок сечением 100×150 мм и длиной 1500 мм, отлитых с добавлением хлоридов, для исследования потери способности к изгибу при потере поперечного сечения стали из-за общей коррозии закладной стали [1]. Образцы были испытаны на изгиб при трехточечной нагрузке. Результаты, полученные в результате экспериментального наблюдения 27 значений максимальной нагрузки, были использованы для оценки коэффициента остаточной грузоподъемности. Точечная коррозия значительно уменьшает площадь поперечного сечения стали в определенном

месте и изменяет свойства стали с пластичных на хрупкие. Мангат и Элгарф провели исследование влияния арматуры на несущую способность 111 подармированных бетонных балок [2, 3].

Коррозия арматуры вызывалась с четырьмя различными скоростями путем подачи тока 1, 2, 3 или 4 мА/см². Было отмечено значительное снижение предельной прочности при изгибе при четырехточечной нагрузке; они наблюдали снижение предельной нагрузки на 77% при соответствующей потере диаметра на 10%. Зависимости отклонения нагрузки показали, что, когда степень коррозии превышает 2,5%, было обнаружено, что скорость коррозии оказывает влияние на несущую способность при изгибе. Они заметили, что, когда коррозия составляет менее 3,75%, скорость коррозии оказывает незначительное влияние на остаточную прочность.

В то время как, когда коррозия превышает 5%, увеличение скорости коррозии значительно снижает прочность на изгиб ЖБ-балок. Они предположили, что при необходимости ускоренных испытаний на коррозию следует использовать самые низкие практические скорости коррозии, чтобы вызвать коррозию, особенно когда желаемая степень коррозии высока.

Кабрера и Годдусси провели исследование воздействия коррозии на ЖБ-балки, используя методы ускоренной коррозии для коррозии растягиваемой арматуры путем приложения неизвестной плотности тока [4]. Они сообщили об уменьшении сцепления на 35%, а максимальное уменьшение площади поперечного сечения стали составило 9%, что привело к снижению предельного изгибающего момента на 20% и увеличению прогиба при рабочей нагрузке на 40%. Они разработали выражения для зависимости между шириной трещины и коррозией, основанные на различных параметрах. Традиционная конструкция новых бетонных конструкций, основанная на прочности, не смогла обеспечить надежную долговременную работу конструкций, подверженных воздействию агрессивных сред. Большинство национальных строительных норм направлены на обеспечение того, чтобы проектируемое, строящееся и эксплуатируемое сооружение удовлетворительно работало в предельном и предельном состояниях работоспособности.

Maaddawy EI и соавт. [5] изучали изгибное поведение корродированных ЖБ-балок при комбинированном воздействии коррозии и длительных нагрузок. Результаты испытаний показали, что наличие постоянной нагрузки и связанных с ней трещин при изгибе во время воздействия коррозии значительно сократило время до коррозионного растрескивания и незначительно увеличило ширину коррозионной трещины. Их открытие показало, что ширина трещины будет распространяться на 22% быстрее в условиях нагрузки. Они заметили, что при потере массы на 8,9% и 22,2% потери прочности составили 6,4% и 20,0% соответственно.

Также было отмечено, что наличие трещин при изгибе во время воздействия коррозии первоначально увеличивало скорость потери массы стали и, следовательно, снижение прочности балки на 28%. Они пришли к выводу, что при низких уровнях коррозии влияние потери сцепления можно игнорировать и что на предельную несущую способность балки влияют только потери на стальную арматуру.

D. Val и соавт. исследовали влияние коррозии арматурной стали на прочность при изгибе и сдвиге, а затем и на надежность железобетонных балок. Были рассмотрены два типа коррозии: общая и точечная, с особым акцентом на влияние точечной коррозии стремян на характеристики балок при сдвиге. Рассмотрена изменчивость точечной коррозии вдоль балки и учтена возможность разрушения в ряде поперечных сечений балки.

Вероятности отказа оценивались с помощью моделирования методом Монте-Карло. Были приняты во внимание неопределенности в свойствах материала, геометрии, нагрузках и моделировании коррозии. Результаты показали, что коррозия стремян,

особенно точечная коррозия, оказывает значительное влияние на надежность железобетонных балок [6, 7].

Следовательно, коэффициент уменьшения емкости используется при расчете сопротивления бетонной конструкции для учета изменения свойств материала, геометрии элементов и деталей, недостатков в практике строительства и контроля качества, а также нормального изменения приложенных нагрузок.

Однако эти соображения не включают в себя зависящее от времени поведение нагрузок и сопротивлений бетонных конструкций. Например, нагрузка может измениться (нагрузка на шоссе значительно возросла за последние несколько лет); кроме того, сопротивление бетонной конструкции уменьшится из-за старения материала и износа из-за различных воздействий окружающей среды (таких как коррозия ЖБ).

Следовательно, долговременная работа бетонной конструкции в течение расчетного срока службы недостаточно надежна, чтобы гарантировать безопасность бетонной конструкции. Были проведены значительные экспериментальные и численные исследования для изучения основ передачи силы на границе раздела стальная арматура-бетон, связанного с этим напряжения сцепления-скольжения и других соотношений силового смещения.

Экспериментальная работа.

Детали образца. Всего было отлито 15 образцов, и для настоящего исследования было проведено испытание на изгиб. Используются размеры образца (150*150*1000) мм³ со следующими деталями (таблица 1).

Таблица 1 – Детали образца

Степень коррозии	Контролируемый	2,5%	5%	7,5%	10%	Всего
Количество образцов	3	3	3	3	3	15

Ускоренный процесс коррозии.

Образцы были подвергнуты ускоренному процессу коррозии для достижения различного уровня коррозии в арматуре. Метод импульсного тока, также называемый гальваностатическим методом [8], состоит в подаче постоянного тока от источника постоянного тока на сталь, встроенную в бетон, чтобы вызвать значительную коррозию за короткий промежуток времени.

После подачи тока в течение заданной продолжительности степень индуцированной коррозии может быть определена теоретически с использованием закона Фарадея, или процент от фактического количества стали, потерянной в результате коррозии, может быть рассчитан с помощью гравиметрического испытания, проведенного на извлеченных стержнях после их ускоренной коррозии. Используя фактическое количество стали, потерянной в результате коррозии, можно определить эквивалентную плотность тока коррозии.

Метод impressed current [9] часто использовался для изучения влияния коррозии арматуры на растрескивание бетонного покрытия, поведение сцепления и несущую способность железобетонных элементов конструкции. Образцы, отвержденные в течение 28 дней, были полностью погружены в 5%-ный раствор NaCl в пластиковом резервуаре на два дня, прежде чем подвергнуться ускоренному процессу коррозии.

После этого был рассчитан приложенный ток и продолжительность воздействия с использованием уравнения для процентного уменьшения диаметра арматурного стержня, заданного источником питания постоянного тока с регулируемым напряжением, а для процесса электролитической коррозии использовался постоянный ток. Постоянный ток воздействовал на основной стальной стержень, встроенный в бетон.

Направление тока было отрегулировано таким образом, что арматурный стержень служит анодом, а стальная сетка – катодом. Стадии коррозии были достигнуты путем воздействия постоянного тока в течение увеличивающегося периода на арматурный стержень, встроенный в бетонные образцы. Стальная сетка, которая служит катодом, поглощает избыточные электроны, выделяемые арматурным стержнем в процессе коррозии.

Компоненты системы включали пластиковый резервуар, раствор электролита, стальную сетку на дне резервуара (катод) и армирующую сталь (анод) (рисунок 1). Раствор электролита состоял из 5% антиобледенительной соли (хлорида натрия) по весу воды и менялся каждые 48 ч.

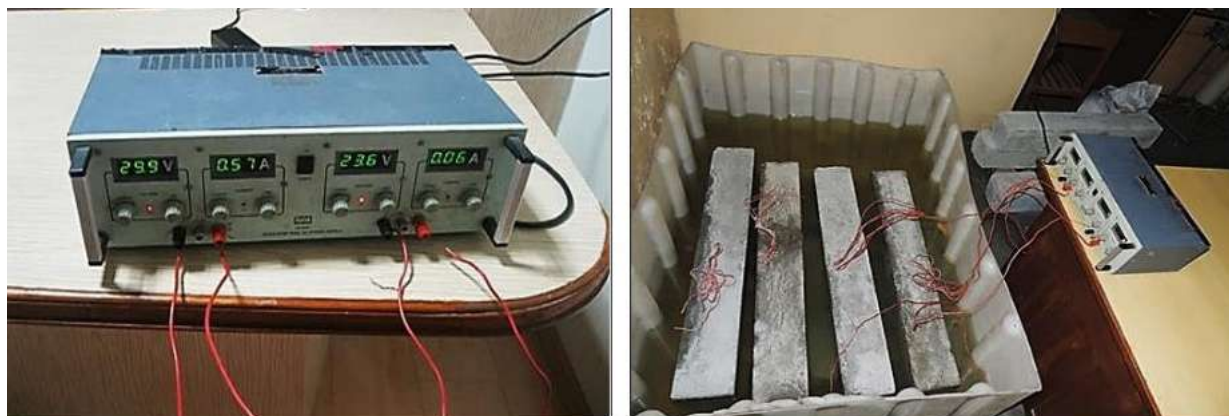


Рисунок 1 – Источник питания постоянного тока, используемый для настройки ускоренного процесса коррозии

Формулировка ускоренного процесса.

Потеря веса по закону Фарадея.

Зависимость между плотностью коррозионного тока и массой металла, потерянного в результате коррозии, определяется с использованием закона Фарадея следующим образом [10]

$$\Delta\omega = AIt / ZF \quad (1)$$

где $\Delta\omega$ – масса металла, потерянная из-за коррозии,
 A – атомный вес железа (56 г),
 I – ток коррозии (ампер),
 t – затраченное время (сек),
 Z – валентность реагирующего электрода (железа), которая равна 2,
 F – постоянная Фарадея (96 500 ампер/сек).

Потери материала в год (см/год)

Потеря веса металла из-за коррозии также может быть выражена как:

$$\Delta\omega = \delta\gamma a\gamma \quad (2)$$

где a – площадь поверхности арматурного стержня до коррозии (см²),
 δ – потери материала (см),
 γ – плотность материала (г/см³).

Ток коррозии может быть выражен как:

$$I = i_a \quad (3)$$

где I – плотность тока коррозии (ампер/см²).

Подставляя из уравнений (2) и (3) в (1), получаем:

$$\delta(AIt) / \gamma It \quad (4)$$

Учитывая стальную арматуру в бетоне, плотность железа $\gamma = 7,86$ г/см³, а значения для A , Z и F взяты из приведенного выше уравнения (4).

Если R определяется как потери материала в год (см/год), его значение может быть определено из уравнения (4) путем замены:

$t=1$ год (в соответствующих единицах измерения), чтобы дать:

$$R = 1156i \text{ (см/год)} \quad (5)$$

В качестве примера, при плотности тока коррозии i , равной 1 мА/см², скорость коррозии R равна 1,156 см/год [из уравнения (5)].

Процентное уменьшение диаметра арматурного стержня.

Если в железобетонной конструкции период коррозии после начала составляет T лет, то потери металла через T лет $=RT$ (см). Следовательно, процентное уменьшение диаметра арматурного стержня в T лет:

$$\text{уменьшение диаметра стержня на } \% = 2RT/DR \times 100 \quad (6)$$

Выражение $2RT/D$ процентов, которое представляет собой уменьшение диаметра арматурного стержня из-за коррозии в течение T лет, также определяется как степень коррозии арматуры в исследовании. Подставляя R из уравнения (5) в (6) дает:

$$\text{уменьшение диаметра стержня на } \% = 2312 i T / D^3 \quad (7)$$

Приведенный ниже пример показывает, как периоды моделирования коррозии в лаборатории выводятся из Eq. (7) и как они соотносятся с периодами коррозии в полевых условиях (таблица 2). Для выбранной степени коррозии, такой как:

$$2RT/D = 2,5\%,$$

Диаметр арматурного стержня (D) = 10 мм и плотность тока коррозии 2,65 мА/см², принятая в лаборатории, период времени, необходимый для вызывания коррозии, составляет [уравнение (7)]:

$$T = 36 \text{ ч } (4,08 \cdot 10^{-3} \text{ года})$$

Время воздействия при различном уровне коррозии.

Подробная информация о программе ускоренных испытаний на коррозию приведена в таблице 2. Для экспериментального исследования были подготовлены пять групп образцов балок. В общей сложности 15 усиленных балок были подвергнуты ускоренному процессу коррозии от внешнего источника питания, и наблюдались различные степени коррозии.

Таблица 2 – Экспериментальная программа

№	Количество образцов	Уровень коррозии в арматуре	Скорость коррозии (мА/см ²)	Продолжительность коррозии (ч)
1	3	Контролируемый	-	-
2	3	2.5%	2.65	36
3	3	5%	2.65	72
4	3	7.5%	2.65	109
5	3	10%	2.65	145

Степень коррозии (как процентное уменьшение диаметра арматурного стержня) определяется по уравнению (6):

$$\text{уменьшение диаметра стержня на } \% = 2RT/DR \times 100 \quad (8)$$

где R – скорость коррозии в мм/год,

D – диаметр арматурного стержня в мм,

T – время, прошедшее в годах после начала коррозии.

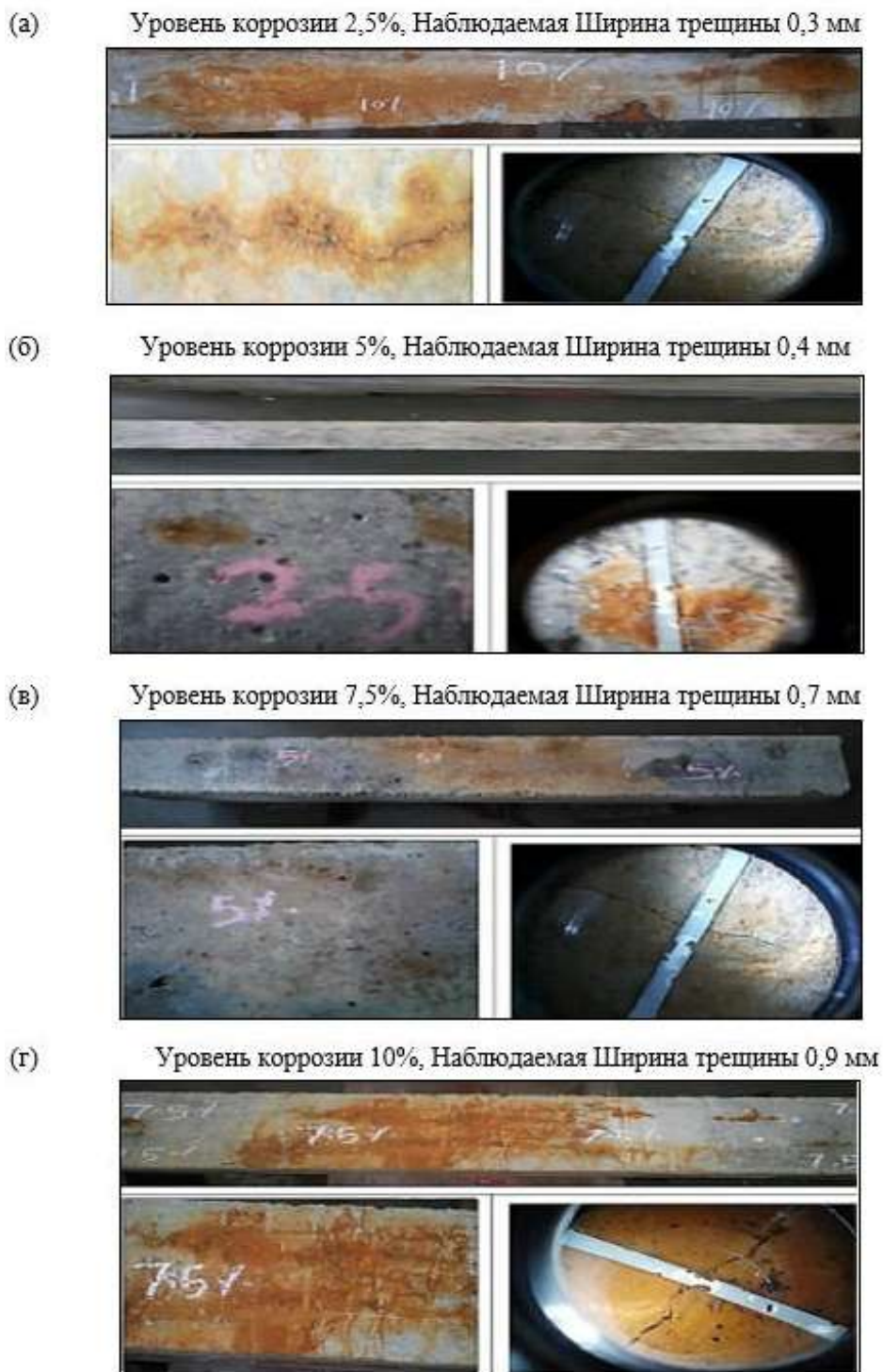


Рисунок 2 – Трещины в балках после коррозии

Термин «скорость коррозии», используемый в таблице 2, определяется как интенсивность индукционного тока, подаваемого от внешнего источника питания. Продолжительность коррозии определяется как время, необходимое для завершения индукции коррозии в арматуре до желаемой степени. Коррозия с помощью импрессионированных методов вызывалась в арматурном стержне на разных уровнях, 2,5, 5, 7,5 и 10%, поддерживая скорость коррозии $2,65 \text{ мА/см}^2$ и варьируя продолжительность коррозии в часах.

Результаты и наблюдения.

Отображение трещин при изгибе.

В то время как первая картина трещин изображала коррозионные трещины, возникшие в результате ускоренной стадии коррозии, вторая картина регистрировала изгибные трещины, которые развились из-за механической нагрузки. Эти карты трещин при изгибе показаны на рисунках 3 и 4.

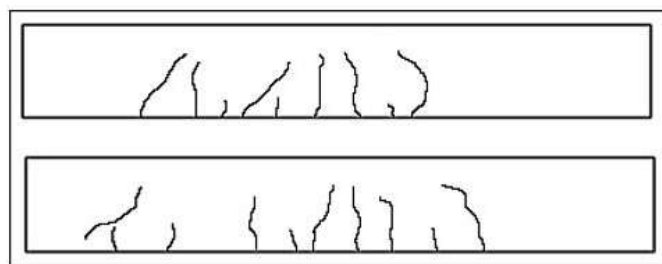


Рисунок 3 – Во время испытаний образовались трещины при изгибе



Рисунок 4 – Трещины при изгибе после испытания

Оценка Прочности при Изгибе.

После определения предельной несущей способности выполняются расчеты для первой трещиностойкости, как показано в таблице 3.

Таблица 3 – Прочность на изгиб, соответствующая Первой трещине

№	Степень коррозии (%)	Прочность на изгиб (кН.м)
1.	0	8.61
2.	0	9.19

3.	0	8.98
4.	2.5	8.31
5.	2.5	7.47
6.	2.5	7.84
7.	5	7.12
8.	5	7.03
9.	5	7.68
10.	7.5	6.44
11.	7.5	6.34
12.	7.5	6.81
13.	10	5.28
14.	10	5.62
15.	10	5.44

Связь между уровнем коррозии и остаточной прочностью.

На основе экспериментальных результатов и регрессионного анализа предложена взаимосвязь между уровнем коррозии и остаточной прочностью ЖБ-балки, как показано ниже:

$$Y = 100e^{-0.04x}$$

где Y – остаточная прочность на изгиб, кН.м,

x – уровень коррозии в % уменьшения диаметра стержня.

Приведенное выше уравнение дает 97%-ный доверительный предел прогнозируемому значению. Проведем его сравнение с другой аналитической моделью.

Сравнение аналитических моделей.

На рисунке 5 показано сравнение аналитических моделей настоящего исследования с более ранними моделями [1, 2, 8].

Общее поведение испытанных образцов балки соответствует тому, что приводит к снижению предельной прочности и способности к отклонению по мере увеличения коррозии. Ширина трещины из-за коррозии увеличивается с увеличением уровня коррозии, заделанной стали. Уменьшение поперечного сечения арматурного стержня из-за коррозии увеличивается с увеличением периода воздействия и плотности тока. Испытания балки выявили изменение в развитии трещин при изгибе с повышением уровня коррозии. По мере усиления коррозии режим разрушения балок сместился от разрушения при изгибе под давлением к хрупкому разрушению. В этом исследовании было обнаружено, что при уровне коррозии 10% отклонения балки увеличиваются в 1,92 раза.

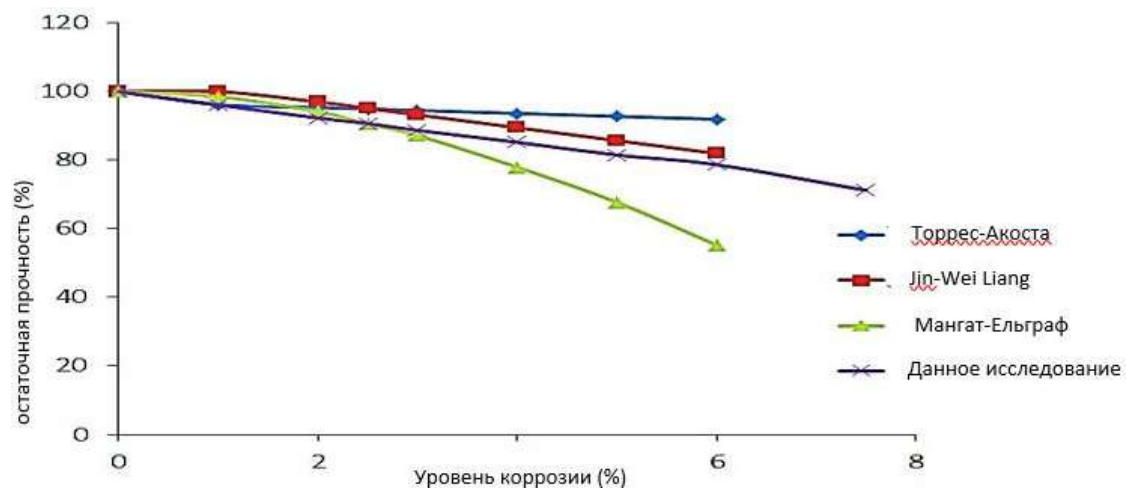


Рисунок 5 – Сравнение аналитических моделей с Настоящей моделью исследования

В этом исследовании был протестирован наклон кривой отклонения нагрузки (LDC) ЖБ-балок. По мере увеличения коррозии наклон кривой зависимости нагрузки от отклонения уменьшался при 10%-ном уровне коррозии примерно на 60% от исходного значения контрольной балки. Предложена новая математическая модель для определения остаточной прочности при изгибе и уровня коррозии. Результаты лабораторного исследования привели к лучшему пониманию влияния коррозии на различные явления в железобетонных балках с проржавевшей арматурной сталью. Более того, было разработано несколько зависимостей, связанных с предельной производительностью и уровнем коррозии.

Литература

1. Торрес Акост А.А., Наварро Гутьеррес С., Теран Гильен Дж. Остаточная способность к изгибу проржавевших железобетонных балок. // Английская структура. – 2007. – № 29(6). – 1145-1152 р.
2. Мангат Притпал С., Эльгарф Махмод С. Прочность на изгиб бетонных балок с корродирующей арматурой // ACI Struct J. – 1999. – 149-156 р.
3. О'Флаэрти Фин Дж., Мангат Притпал С., Пол Ламберт и др. Влияние недостаточного усиления на прочность при изгибе проржавевших балок. // Структура Матер. – 2008. – 311-321 р.
4. Кабрера Дж.Г., Годдусси П. Влияние коррозии арматуры на прочность соединения Сталь/бетон. // Международная конференция по связям в бетоне. – 1992. – 11-24 р.
5. Мааддави Эй, Судки Халед, Топпер Тимоти. Аналитическая модель для прогнозирования нелинейного изгибного поведения корродированных RC-балок. // Структурный журнал. – 2005. – № 102(4). – 550 с.
6. Вал Дмитрий В. Ухудшение прочности RC-балок из-за коррозии и его влияние на надежность балки. // ASCE. – сентябрь 2007. – 1297-1306 р.
7. Вэл Д.В., Стюарт М.Г. Анализ стоимости жизненного цикла железобетонных конструкций в морской среде. // Структура Saf, Elsevier Sciences Ltd. – 2003. – № 25. – 343-362 р.
8. Лю И, Вейерс РЕ. Моделирование динамического процесса коррозии в бетонных конструкциях, загрязненных хлоридами. // Цементный Бетон Res. Elsevier Sciences Ltd. – 1997. – № 28(3). – 365-379 р.
9. Фиродия Паял К. Оценка скорости коррозии арматурных стержней и Оценка ухудшения способности к изгибу балок автомобильных мостов. // Диссертационный

факультет гражданского строительства Индийского технологического института, Мадрас. 2012.

10. Баллим И, Рид Дж. Коррозия арматуры и прогиб RC-балок: // Экспериментальная критика существующих методов испытаний. Cem Concr Compos. – 2003. – 25.

11. Патил АН, Бираждар Б.Г., Давар иБМ. Влияние коррозии на прочность бетона при изгибе. // Журнал строительной инженерии и менеджмента. – 2017. – №4(1). – 35-42 р.

12. Морозов В.И. Расчет и моделирование работы строительных конструкций с коррозионными повреждениями / В.И. Морозов, О.И. Анцыгин, А.П. Савченко // Вестник гражданских инженеров. – 2009. – № 1. – С. 25-30.

13. Овчинников И.Г. Неоднородность распределения хлоридсодержащей среды, проникающей в армированный конструктивный элемент через частично защищенную поверхность / И.Г. Овчинников, Н.С. Дядькин // Известия ВУЗов, Строительство, 2002. – №9. – С. 24-31.

14. Овчинников И.Г. Расчет элементов конструкций с наведенной неоднородностью при различных схемах воздействия хлоридсодержащих сред / И.Г. Овчинников, Н.С. Дядькин. – Саратов: СГТУ, 2003. – 215 с.

15. Пахомова Е.К. Прочность изгибаемых железобетонных конструкций при коррозионных повреждениях: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.23.01. – Орел, 2006. – 23 с.

16. Пухонто Л.М. Долговечность железобетонных конструкций инженерных сооружений (силосов, бункеров резервуаров, водонапорных башен, подпорных стен). – М.: Изд. АСВ, 2004. – 424 с.

17. Смоляго Г.А. Анализ требований норм СНиП, ЕВРО-КОД, АСІ по долговечности железобетона / Г.А. Смоляго А.В. Дронов, А.Е. Кучуков // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, 2013.

18. <https://tekhnosfera.com/prochnost-i-zhestkost-izgibaemyh-zhelezobetonnyh-elementov-s-treschinami-pri-korroziionnyh-povrezhdeniyah>

19. <https://lira-soft.com/wiki/articles/napryazhenno-deformirovannoe-sostoyanie-korroziionno-povrezhdennykh-zhelezobetonnykh-elementov-pri-di/>

20. <https://ascelibrary.org/doi/full/10.1061/%28ASCE%29CC.1943-5614.0001075>

References

1. Torres Acost A.A., Navarro Gutierrez S., Teran Guillen J. Residual bending ability of rusted reinforced concrete beams. // English structure. – 2007. – No. 29(6). – 1145-1152 p.

2. Mangat Pritpal S., Elgarf Mahmod S. Flexural strength of concrete beams with corroding reinforcement // ACI Struct J. – 1999. – 149-156 p.

3. O'Flaherty Fin J., Mangat Pritpal S., Paul Lambert et al. The effect of insufficient reinforcement on the bending strength of rusted beams. // The Structure of the Material. – 2008. – 311-321 p.

4. Cabrera J.G., Goddussi P. The effect of reinforcement corrosion on the strength of the Steel/concrete joint. // International Conference on Communications in Concrete. – 1992. – 11-24 p.

5. Maaddavi HEY, Sudki Khaled, Topper Timothy. An analytical model for predicting the nonlinear bending behavior of corroded RC beams. // Structural Journal. – 2005. – No. 102(4). – 550 p.

6. Val Dmitry V. Deterioration of the strength of RC beams due to corrosion and its effect on the reliability of the beam. // ASCE. – September 2007. – 1297-1306 p.

7. Val D.V., Stewart M.G. Life cycle cost analysis of reinforced concrete structures in the marine environment. // Structure of Saf, Elsevier Sciences Ltd. – 2003. – No. 25. – 343-362 p.

8. Liu Yi, Weyers RE. Modeling of the dynamic corrosion process in concrete structures contaminated with chlorides. // Cement Concrete Res. Elsevier Sciences Ltd. – 1997. – No. 28(3). – 365-379 p.
9. Firodia Payal K. Assessment of the corrosion rate of reinforcing bars and Assessment of the deterioration of the bending ability of automobile bridge beams. // Dissertation Faculty of Civil Engineering, Indian Institute of Technology, Madras. 2012.
10. Ballim I, Reed J. Reinforcement corrosion and deflection of RC beams: // Experimental criticism of existing test methods. Cem Concr Compos. – 2003. – 25.
11. Patil AN, Birazhdar B.G., Davar iBM. The effect of corrosion on the strength of concrete during bending. // Journal of Construction Engineering and Management. – 2017. – No. 4(1). – 35-42 p.
12. Morozov V.I. Calculation and modeling of the work of building structures with corrosion damage / V.I. Morozov, O.I. Antsygin, A.P. Savchenko // Bulletin of Civil Engineers. – 2009. – No. 1. – pp. 25-30.
13. Ovchinnikov I.G. Heterogeneity of the distribution of a chloride-containing medium penetrating into a reinforced structural element through a partially protected surface / I.G. Ovchinnikov, N.S. Dyadkin // Izvestiya VUZov, Stroitelstvo, 2002. – No. 9. – pp. 24-31.
14. Ovchinnikov I.G. Calculation of structural elements with induced heterogeneity under various schemes of exposure to chloride-containing media / I.G. Ovchinnikov, N.S. Dyadkin. – Saratov: SSTU, 2003. – 215 p.
15. Pakhomova E.K. Strength of bent reinforced concrete structures in case of corrosion damage: abstract of the dissertation for the degree of Candidate of technical sciences: 05.23.01. – Orel, 2006. – 23 p.
16. Pukhonto L.M. Durability of reinforced concrete structures of engineering structures (silos, tank bunkers, water towers, retaining walls). – M.: Publishing house of the DIA, 2004. – 424 p.
17. Smolyago G.A. Analysis of the requirements of the norms of SNiP, EURO-CODE, ACI for the durability of reinforced concrete / G.A. Smolyago A.V. Dronov, A.E. Kuchukov // International Scientific and Technical Conference of Young scientists of V.G. Shukhov BSTU, 2013.
18. <https://tekhnosfera.com/prochnost-i-zhestkost-izgibaemyh-zhelezobetonnyh-elementov-s-treschinami-pri-korroziionnyh-povrezhdeniyah>
19. <https://lira-soft.com/wiki/articles/napryazhenno-deformirovannoe-sostoyanie-korroziionno-povrezhdennykh-zhelezobetonnykh-elementov-pri-di/>
20. <https://ascelibrary.org/doi/full/10.1061/%28ASCE%29CC.1943-5614.0001075>

ИБРАГИМОВ О.А. – т.ғ.к., доцент (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

ЛЕЩЕНКО А. – магистрант (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

ИЛІУ КЕЗІНДЕГІ БЕТОННЫҢ БЕРІКТІГІНЕ КОРРОЗИЯНЫҢ ӘСЕРІ

Аңдатпа

Ірі ауқымды инфрақұрылымда арматуралық бетон қолданылады. Болат арматураны бетонмен қорғау тұрақты болып саналды. Болаттың атмосфералық коррозиясының оның бетондағы сипаттамаларына әсері құрылыс индустриясында дау тудырды. Арматураланған Болаттың коррозиясы басталған кезде темірбетон құрылымының қызмет ету мерзімін едәуір қысқартуға болады; коррозия өнімі кеңейіп, Болаттың бастапқы көлеміне қарағанда үлкен көлемді алады және сайып келгенде

бетонның жарылуына әкеледі. Бетон конструкцияларына салынған Болаттың коррозиясы оның ауыр зардаптарына байланысты маңызды технологиялық проблемаға айналады, соның ішінде бетон жамылғысының жарылуы мен қабыршақтануы, арматураның көлденең қимасының төмендеуі және бетон мен арматура арасындағы адгезияның жоғалуы. Арматуралық Болаттың коррозиясына байланысты темірбетон құрылымының нашарлауы бүкіл әлемде құрылымның беріктігі мен қызмет ету мерзіміне әсер етеді. Бұл жұмыста біз болат тозуының құрылымдық әсерлерін сәуленің иілу беріктігіне ерекше назар аударамыз. Иілу беріктігінен басқа, арматураның коррозиясының әртүрлі деңгейлерінің, деформациялық мінез-құлықтың және бұзылу режимінің әсері зерттелді. Коррозия мен крекинктің иілу беріктігіне әсерін білу үшін зертханалық тәжірибелік жұмыстар жүргізілді. Коррозияның әртүрлі деңгейіне жету үшін электрохимиялық жүйе қолданылады. Агрессивті ортаның әсеріне ұшыраған ЖБ-арқалықты сынау қалдық беріктігін бағалау үшін жүргізіледі. Нәтиже-коррозия дәрежесінің темірбетон арқалығының қалдық беріктігіне әсері. Басқа параметрлер коррозия жылдамдығы және коррозия дәрежесі мен Сәуленің өткізу қабілеті арасындағы байланысты дамыту сияқты өзгереді.

Түйінді сөздер: иілу кезіндегі беріктік, күшейтілген коррозия, қалдық беріктік.

IBRAGIMOV O.A. – c.t.s., assoc. professor (Almaty, Kazakh university ways of communications)

LESHCHENKO A. – master's student (Almaty, Kazakh university ways of communications)

THE EFFECT OF CORROSION ON THE STRENGTH OF CONCRETE DURING BENDING

Abstract

Reinforcing concrete is used in large-scale infrastructure. It was believed that the protection of steel reinforcement with concrete is permanent. The effect of atmospheric corrosion of steel on its characteristics in concrete has been the subject of controversy in the construction industry. The service life of a reinforced concrete structure can be significantly shortened when the corrosion of reinforcing steel begins; the corrosion product expands and occupies a larger volume than the initial volume of steel, and eventually causes concrete cracking. Corrosion of steel embedded in concrete structures becomes a serious technological problem due to its serious consequences, including cracking and peeling of the concrete coating, reduction of the cross-section of the reinforcement and loss of adhesion between concrete and reinforcement. Deterioration of the reinforced concrete structure due to corrosion of reinforcing steel is a problem all over the world, affecting the durability and service life of the structure. In this paper, we present the structural effects of steel wear with special attention to the bending strength of the beam. In addition to flexural strength, the influence of various degrees of reinforcement corrosion, deformation behavior and failure mode was studied. Laboratory experimental work was carried out to find out the effect of corrosion and cracking on bending strength. An electrochemical system is used to achieve various levels of corrosion. The test of a concrete beam exposed to an aggressive environment is carried out to assess the residual strength. The result is the effect of the degree of corrosion on the residual strength of the concrete beam. Other parameters vary, such as the rate of corrosion and the development of the relationship between the degree of corrosion and the capacity of the beam.

Keywords: flexural strength, enhanced corrosion, residual strength.

УДК 629.4.592: 625.1.03.

ПЕРЕВЕРТОВ В.П. – к.т.н., доцент (Российская Федерация, г. Самара, Самарский государственный университет путей сообщения)

ЖДАНОВ А.Г. – д.т.н., доцент (Российская Федерация, г. Самара, Самарский государственный университет путей сообщения)

АБУЛКАСИМОВ М.М. – ст. преподаватель (Российская Федерация, г. Москва, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана)

АКАЕВА М.О. – к.т.н., ст. преподаватель (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА С НОВОЙ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ВРАЩЕНИЯ КОЛЕС

Аннотация

Статья посвящена вопросу применения инновационных технологий повышения надежности при оснащении подвижного состава новой тормозной системой. Предложены и подробно рассмотрены: способ и конструкция тормозной системы дифференциального вращения колес в условиях Российских железных дорог.

Ключевые слова: *подвижной состав, тормозная система, безопасность, рельс - колесо, материалы, технологии, качество и надежность, контроль и диагностика.*

На железных дорогах РФ непрерывно растет объем грузовых и пассажирских перевозок, для выполнения которого требуется повышать скорости и увеличивать вес поездов, надежность и качество услуг на основе применения традиционных, гибких и нанотехнологий, включая порошковые и композиционные материалы и сплавы, наноматериалы.

Трендом индустрии 21 века являются аддитивные технологии, которые называют «технологией 5-го промышленного уровня: «послойное сплавление (спекание) из разных материалов и сплавов, позволяющие в автоматизированном цифровом режиме строить трехмерные изделия по компьютерной модели, сократить время и затраты на получения изделия, снизить трудоемкость механической обработки.

Одним из важнейших элементов железнодорожной транспортной системы, от уровня развития и состояния которого в значительной мере зависит провозная способность дорог и безопасность движения поездов, являются тормозные устройства подвижного состава (ПС), которые служат средством регулирования скорости на уклонах, при подъезде к станциям и в других случаях. Решение проблемы повышения надежности и безопасности ПС и уменьшения износа в системе «колесо - рельс» возможно только модернизацией рельсового транспортного средства [1-7].

Надежность – свойство машины – ПС сохранять требуемые качественные показатели в течение всего периода эксплуатации и повысить эффективность производства. Особенностью проблемы надежности ПС, вагона, как сложной динамической системы, является ее связь со всеми этапами проектирования, изготовления и использования машины, начиная с момента, когда формируется и обосновывается идея создания новой машины и ее конструктивных элементов и кончая принятием решения о ее списании. Каждый из этапов решает задачу создания машины требуемого уровня надежности с наименьшими затратами времени и средств [2-8]. На рисунке 1 приведены основные факторы, определяющие надежность машин на всех стадиях создания и эксплуатации, на которых необходимо реализовать конструкторские, технологические и эксплуатационные требования по повышению надежности, которые нередко вступают между собой в противоречие. Поэтому необходимо выявление связей между показателями надежности и возможностями по их повышению на каждом из этапов проектирования, изготовления и эксплуатации машины.

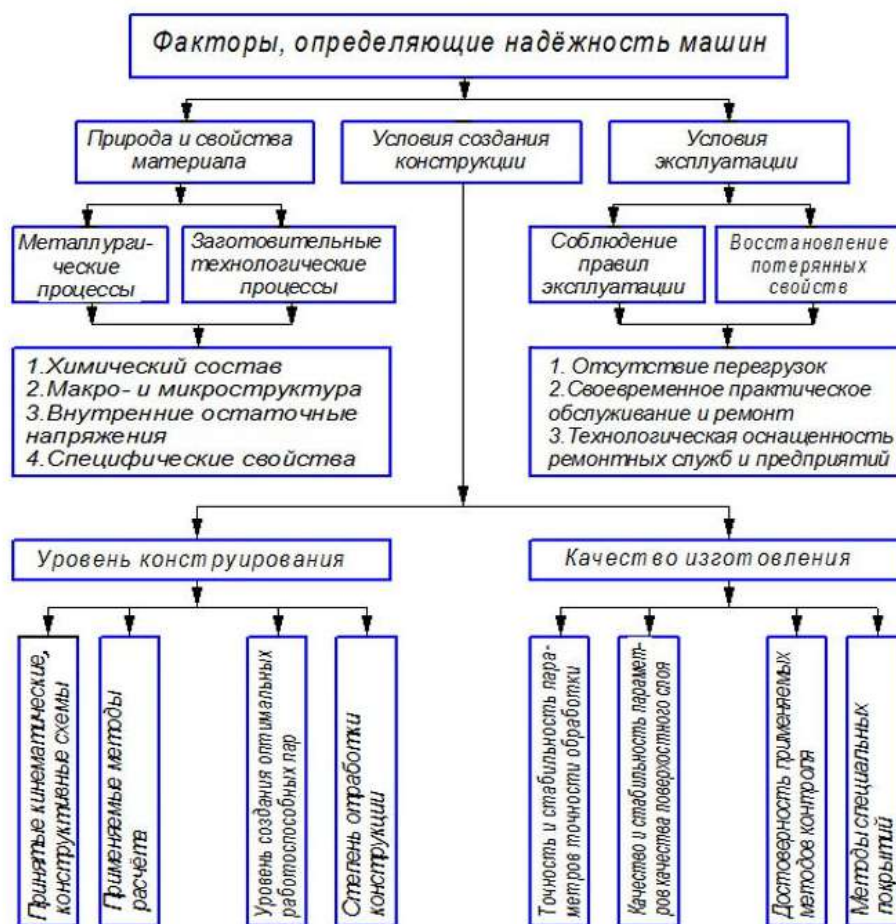


Рисунок 1 – Факторы, определяющие надёжность машин

При проектировании и расчете элементов системы ПС закладывается ее надежность, которая зависит от конструкции машины и ее узлов, применяемых материалов, системы смазки, приспособленности к ремонту и обслуживанию и т.д. При изготовлении (создании) конструкции обеспечивается ее надежность, которая зависит от качества изготовленных деталей, методов контроля выпускаемой продукции, управления технологическим процессом, от качества сборки узлов и других показателей технологии (рисунок 1). При эксплуатации машины реализуется ее надежность, которая является основным показателем его качества. Под качеством понимается совокупность свойств, определяющих степень его пригодности для использования по назначению в течение длительного периода времени. Под влиянием различных факторов происходит изменение свойств, определяющих его качество. Оценка уровня надежности и необходимость его повышения должны решаться с учетом экономики, которая является основным критерием для решения практических вопросов надежности и диагностики. Конструктивные изменения должны обеспечить минимализацию продольных линейных скоростей проскальзывания по кругу катания колес вагона, уменьшить угол набегания их на рельс и снизить верчение колес вокруг нормали к контакту. Также необходимо уменьшить длину извилистой траектории движения колесных пар на прямых участках пути и обеспечить ее радиальную установку в кривых [1, 2]. Наибольшие возможности для выполнения перечисленных условий может дать конструктивное совершенствование колесных пар, за счет внесения в конструкцию дополнительных элементов, позволяющих устранить жесткую связь между вращением двух колес одной пары [1-3]. Для повышения надежности

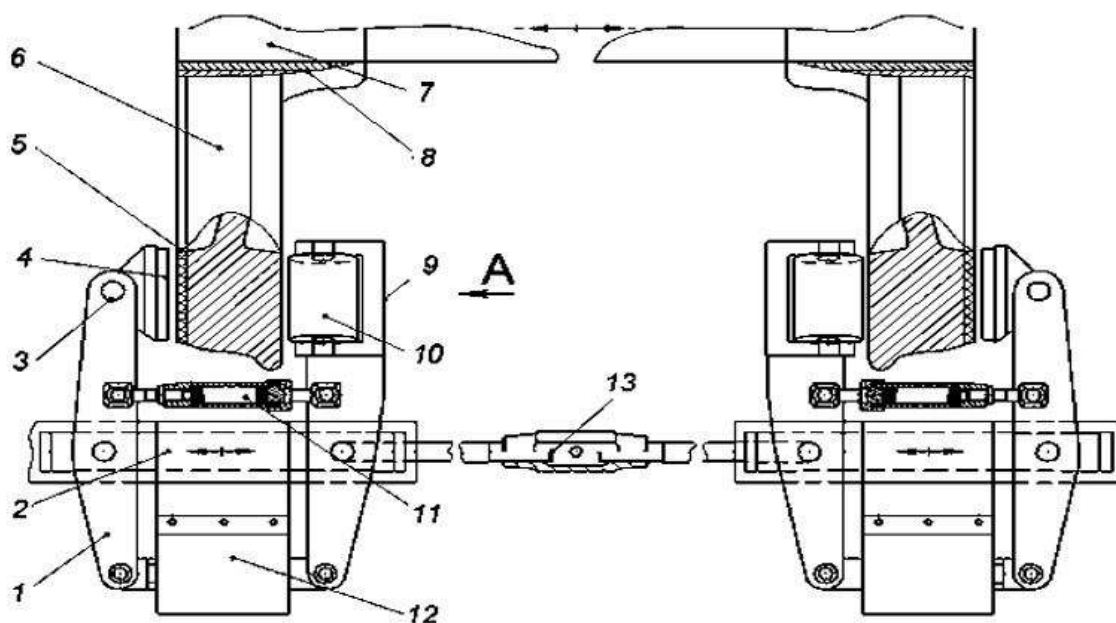
ПС и предложено устройство колесной пары [4] в составе тележки грузового вагона [5], позволяющее решить вышеперечисленные проблемы.

Особенностью устройства тележки грузового вагона является то, что челюстные захваты ее боковин соединены винтами с буксами колесной пары с дифференциальным вращением колес, установленными на неподвижной оси, что обеспечивает жесткую поперечную связь боковин тележки и сохранения ее прямоугольной формы.

За счет ликвидации зазора между буксами и челюстями боковин в поперечном и продольном направлении обеспечивается уменьшения углов набегания гребней колес на рабочую грань головки рельса при движении в кривых участках пути.

Дополнительное введение в устройство демпферных элементов, закрепленных на оси колесной пары с возможностью перемещения по шпонкам относительно буксы, пружин и гидравлических демпферов, компенсирующих смещение относительно колеи, улучшает динамические характеристики, стабилизацию движения тележек железнодорожного состава в рельсовой колее, что позволит уменьшить износ узлов и деталей ходовой части вагонов и рельсового пути, и способствует повышению их ресурса, по сравнению с типовой тележкой вагона [3, 5].

Новые конструктивные решения средств передвижения требуют применения устройств для торможения выше приведенной тележки грузового вагона с независимо вращающимися колесами, обеспечивающих безопасность и эффективность их использования в пути следования. На рисунке 2 показана разработанная схема дискового тормоза колесной пары ПС с независимым вращением колес [6].



1 – рычаг внешний; 2 – корпус блока; 3 – башмак тормозной; 4 – фрикционная накладка; 5 – фрикционный диск; 6 – колесо; 7 – ось колесной пары; 8 – подшипник скольжения; 9 – рычаг внутренний; 10 – ролики; 11 – тяга регулировочная; 12 – тормозной цилиндр; 13 – винтовая стяжка с левой и правой резьбой

Рисунок 2 – Дисковый тормоз колесной пары с независимым вращением колес

Дисковый тормоз колесной пары с независимым вращением колес состоит из колес 6 с фрикционным диском 5, вращающихся на подшипниках скольжения 8 относительно оси 7, двух блоков, каждый из которых включает корпус блока 2, на котором шарнирно закреплены внешний и внутренний рычаги 1 и 9. На концах этих рычагов с одной стороны

корпуса шарнирно закреплен тормозной цилиндр 12, с другой на внешнем рычаге – тормозной башмак 3 с фрикционной накладкой 4 и на внутреннем рычаге – ролики 10, расположенные радиально колесу 7. Дисковый тормоз также содержит регулировочные тяги 11, шарнирно закрепленные на рычагах 1 и 9, предназначенные для регулирования и стабилизации положения башмаков блоков и роликов относительно колес 6 с фрикционными дисками 5, при расторможенном состоянии тормозной системы, винтовую стяжку с левой и правой резьбой 13, которая соединяет внутренние рычаги блоков 9, закрепленные на корпусах блоков 2, которые имеют степень свободы в осевом направлении. Регулировочная тяга состоит из тяги с резьбой, ввернутой в корпус тяги и оборудованная контргайкой, тяги со штоком, вставленной в корпус тяги и зафиксированной гайкой, пружины, установленной внутри корпуса тяги, которая разводит рычаги в расторможенном состоянии системы.

Перед началом работы дискового тормоза колесной пары с независимым вращением колес осуществляется регулировка положения его тормозных башмаков 3 и роликов 10 относительно колес 6 с фрикционными дисками 5 с целью выравнивания зазоров между тормозными башмаками 3, роликами 10 и колесами 6, при среднем расположении колесной пары в рельсовой колее.

Эта регулировка реализуется за счет укорочения или удлинения винтовой стяжки с левой и правой резьбой 13 вращением ее корпуса в одну или другую сторону.

Разница зазоров между колесами и шарнирами крепления башмаков слева и справа в результате этого уменьшается или увеличивается. Вращением корпуса регулировочной тяги 11, совместно с изменением длины одного из рычагов тормозного цилиндра 12 добиваются, чтобы зазор между тормозной накладкой 4 и фрикционным диском колеса 5 был больше зазора между роликами и колесом при фиксированном положении одного из корпусов блока 2. После регулировки полученная длина тяги 11 фиксируется контргайкой [6].

Отрегулированный дисковый тормоз колесной пары с независимым вращением колес работает следующим образом.

В режиме торможения в соответствии с рисунком 1 внешние и внутренние рычаги 1 и 9 блоков дискового тормоза под действием сил от тормозных цилиндров 12 поворачиваются относительно шарниров корпуса блоков 2, двигая противоположные концы рычагов навстречу друг другу, и прижимают башмаки 3 с фрикционными накладками 4 к тормозным дискам 5 и роликов 10 к колесам 6, которые вращаются на подшипниках скольжения 8 относительно оси колесной пары 7. Тяги 11 при этом не препятствуют этим движениям, а укорачиваются за счет сжатия пружин.

В режиме растормаживания системы усилие, передаваемое от тормозных цилиндров, уменьшается, а регулировочные тяги 11 удлиняются под действием пружин, возвращая внутренние и внешние рычаги в первоначальное положение, соответствующее свободному движению рельсового транспортного средства.

При движении вагона по неровностям и кривым участкам железнодорожного пути возникают динамические силы, способствующие перемещению колесных пар в составе системы вагона [7].

Известно, что свободно вращающиеся колеса в рельсовой колее полностью теряют свое направляющее действие. При этом колеса постоянно соприкасаются гребнями либо с правым, либо с левым рельсом, т.е. имеют степень свободы перемещения в осевом направлении. Таким образом, вместе с колесами, которые используются в качестве тормозного диска, должны перемещаться дисковые тормоза колесной пары с независимым вращением колес, при этом тормозные фрикционные поверхности (фрикционные накладки 4 тормозных башмаков 3 и фрикционные диски (из новых материалов) 5 колес 6) не должны соприкасаться друг с другом [8].

В предлагаемой конструкции дисковый тормоз перемещается синхронно колесной паре, способной к самоустановке в рельсовой колее, без касания фрикционных поверхностей за счет применения роликов 10, закрепленных на внутренних рычагах 9, соединенных стяжкой 13 и корпусами блоков 2, которые могут передвигаться в осевом направлении.

При смещении колесной пары вправо внутренний рычаг левого блока 9 посредством роликов 10, вступает в контакт с левым колесом и перемещает корпус правого блока 2 при помощи винтовой стяжки с левой и правой резьбой 13, исключая контакт фрикционных поверхностей тормоза, и наоборот, если колесная пара смещается влево [6-8]. При установившемся движении колесной пары в рельсовой колее регулировочные тяги 11 возвращают рычаги блоков в положение, полученное в результате регулировочных работ.

Выводы:

1. Применение предлагаемой конструкции дискового тормоза с независимым вращением колес, позволит уменьшить износ фрикционных поверхностей пар трения, увеличить ресурс работы в 1,2...1,3 раза, по сравнению с типовыми тормозами тележек вагона подвижного состава.

2. Применение технологических датчиков в системах контроля и диагностики параметров тормозной системы ПС позволит повысить надежность и безопасность железнодорожного транспорта.

Литература

1. Жданов А.Г., Малышев В.П. Анализ и пути повышения эксплуатационных показателей в системе «колесо - рельс». / Материалы VI Международной научно-практической конференции, посвященной 40-летию СамГУПС «Наука и образование транспорту». – Самара, СамГУПС, 2013. – С. 20-22.

2. Жданов А.Г., Кожевников В.А. Независимо вращающееся «колесо - путь» к снижению износа в системе «колесо - рельс» / Материалы IX Международной научно-практической конференции «Наука и образование транспорту». – Самара, СамГУПС, 2016. – С. 24-28.

3. Жданов А.Г., Кольванов А.В. Тележка грузового вагона с независимым вращением колес / Материалы XI Международной научно-практической конференции «Наука и образование транспорту» – Самара, СамГУПС, 2018. – т.2. – С. 202-206.

4. Патент №2658065 на изобретение, Российская Федерация, МКИ⁷ B60B37/00/ Колесная пара рельсового транспортного средства / А.Г. Жданов. Заявитель патентообладатель Самарский государственный университет путей сообщения (СамГУПС). – №2016143980; заявл. 08.11.2016; опубл. 19.06.2018 Бюл. №17.

5. Патент №2706668 на изобретение, Российская Федерация, МКИ⁷ B61F5/46/ Тележка грузового вагона / А.Г. Жданов. Заявитель патентообладатель Самарский государственный университет путей сообщения (СамГУПС). – №2018146219; заявл. 24.12.2018; опубл. 19.11.2019 Бюл. №32.

6. Патент №2706668 на изобретение, Российская Федерация, МКИ⁷ B61H5/00, F16D53/00, F16D55/226 Дисковый тормоз колесной пары с независимым вращением колес / А.Г. Жданов, В.П. Перевертов. Заявитель патентообладатель Самарский государственный университет путей сообщения (СамГУПС). – №2018146380; заявл. 24.12.2018; опубл. 19.03.2020 Бюл. №8.

7. Эксплуатация наземных транспортно-технологических средств: учебник в двух частях. Часть 1-214 с.; Часть 2-224 с. / А.Г.Жданов, А.А. Свечников, В.П. Перевертов, В.А. Кожевников. – Самара: СамГУПС, 2019.

8. Перевертов В.П. Диагностика и управление кузнечными машинами в гибких производственных системах: монография. – Самара: Сам ГУПС, 2021. – 291 с.

References

1. Zhdanov A.G., Malyshev V.P. Analysis and ways to improve operational performance in the "wheel - rail" system. / Materials of the VI International Scientific and Practical Conference dedicated to the 40th anniversary of SamGUPS "Science and Education for Transport". – Samara, SamGUPS, 2013. – pp. 20-22.
2. Zhdanov A.G., Kozhevnikov V.A. Independently rotating "wheel - way" to reduce wear in the "wheel - rail" system / Proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference "Science and Education for Transport". – Samara, SamGUPS, 2016. – pp. 24-28.
3. Zhdanov A.G., Kolyvanov A.V. The trolley of a freight car with independent wheel rotation / Materials of the XI International Scientific and practical Conference "Science and education for transport" – Samara, SamGUPS, 2018. – vol. 2. – pp. 202-206.
4. Patent No. 2658065 for invention, Russian Federation, MKI7 B60B37/00/ Wheelset of a rail vehicle / A.G. Zhdanov. The applicant is the patent holder of the Samara State University of Railway Engineering (SamGUPS). – No. 2016143980; application. 08.11.2016; publ. 19.06.2018 Byul. No. 17.
5. Patent No. 2706668 for the invention, Russian Federation, MKI7 B61F5/46/ Freight wagon trolley / A.G. Zhdanov. The applicant is the patent holder of the Samara State University of Railway Engineering (SamGUPS). – No. 2018146219; application. 24.12.2018; publ. 19.11.2019 Byul. No. 32.
6. Patent No. 2706668 for invention, Russian Federation, MKI7 B61H5/00, F16D53/00, F16D55/226 Disc brake of a wheelset with independent wheel rotation / A.G. Zhdanov, V.P. Perevertov. The applicant is the patent holder of the Samara State University of Railways (SamGUPS). – No. 2018146380; application. 24.12.2018; publ. 19.03.2020 Byul. No. 8.
7. Operation of ground transport and technological means: a textbook in two parts. Part 1-214 p.; Part 2-224 p. / A.G.Zhdanov, A.A. Svechnikov, V.P. Perevertov, V.A. Kozhevnikov. – Samara: SamGUPS, 2019.
8. Perevertov V.P. Diagnostics and control of forging machines in flexible production systems: monograph. – Samara: Sam GUPS, 2021. – 291 p.

ПЕРЕВЕРТОВ В.П. – т.ғ.к., доцент (Ресей Федерациясы, Самара қ., Самара мемлекеттік қатынас жолдары университеті)

ЖДАНОВ А.Г. – т.ғ.д., доцент (Ресей Федерациясы, Самара қ., Самара мемлекеттік қатынас жолдары университеті)

ӘБІЛҚАСЫМОВ М.М. – аға оқытушы (Ресей Федерациясы, Мәскеу қ., Н.Э. Бауман ат. Мәскеу мемлекеттік техникалық университеті)

АКАЕВА М.О. – т.ғ.к., аға оқытушы (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

ДОҢАЛАҚТАРДЫҢ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫ АЙНАЛУЫНЫҢ ЖАҢА ТЕЖЕГІШ ЖҮЙЕСІМЕН ЖЫЛЖЫМАЛЫ ҚҰРАМНЫҢ СЕНІМДІЛІГІН АРТТЫРУ

Аңдатпа

Мақала жылжымалы құрамды жаңа тежегіш жүйесімен жабдықтауда сенімділікті арттырудың инновациялық технологияларын қолдану мәселесіне арналған. Ұсынылған және егжей-тегжейлі қарастырылған: Ресей темір жолдары жағдайында доңғалақтардың дифференциалды айналу тежегіш жүйесінің әдісі мен дизайны.

Түйінді сөздер: жылжымалы құрам, тежегіш жүйесі, қауіпсіздік, рельс - доңғалақ, материалдар, технологиялар, сапа және сенімділік, бақылау және диагностика.

PEREVERTOV V.P. – c.t.s., assoc. professor (Russian Federation, Samara state university of railway engineering, Samara)

ZHDANOV A.G. – d.t.s., assoc. professor (Russian Federation, Samara, Samara state university of railway engineering)

ABULKASIMOV M.M. – senior lecturer (Russian Federation, Moscow, Bauman Moscow state technical university)

AKAYEVA M.O. – c.t.s., senior lecturer (Almaty, Kazakh university ways of communications)

IMPROVING THE RELIABILITY OF ROLLING STOCK WITH A NEW DIFFERENTIAL WHEEL ROTATION BRAKING SYSTEM

Abstract

The article is devoted to the application of innovative technologies to improve reliability when equipping rolling stock with a new braking system. Proposed and considered in detail: the method and design of the brake system of differential wheel rotation in the conditions of Russian railways.

Keywords: rolling stock, braking system, safety, rail - wheel, materials, technologies, quality and reliability, control and diagnostics.

УДК 69+691:699.8

МУРЗАЛИНА Г.Б. – т.ғ.к., қауым. профессор (Алматы қ., Халықаралық білім беру корпорациясы (Қазақ бас сәулет-құрылыс академиясы))

УСМАНБАЕВ Е.А. – магистрант (Алматы қ., Халықаралық білім беру корпорациясы (Қазақ бас сәулет-құрылыс академиясы))

ЭКОНОМИКАЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРДІ ЕСКЕРУМЕН ТӨБЕ ЖҰМЫСТАРЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІН ЕСЕПТЕУ

Аңдатпа

Мақалада экономикалық көрсеткіштерді ескере отырып, шатырды жабудың тиімділігін есептеу қарастырылған. Шатырдың тиімділігінің көрсеткіштерінің үш тобына тәуелділігі келтірілген: жұмыс барысында алынған нәтижелер; осы жағдайда келтірілген шығындар; уақыт өте келе әртүрлі нәтижелер, шығындар мен тиімді әкелу.

Түйінді сөздер: шатырлық жұмыстардың тиімділігін бағалау, экономикалық тиімділік, өзіндік құн, экономикалық тиімділік, рентабельділік индексі, таза келтірілген құн, бір реттік шығындардың рентабельділік коэффициенті, пайда көрсеткіші.

Қазіргі уақытта шатыр жұмыстарының тиімділігін бағалау үшін көрсеткішті таңдау мәселесі өзекті болып қалуда [1, 2, 3]. Бұл жұмыстарды орындау үшін технологиялық шешімдерді, жабдықтар мен материалдарды жеткізушілерді таңдау, экологиялық қауіпсіз және ресурс үнемдейтін технологияларды пайдалану мүмкіндігін ескере отырып, заманауи

жағдайларда мамандандырылған кәсіпорындардың технологияларын оңтайландыру қажеттілігімен түсіндіріледі. Экономикалық тиімділікті анықтау үшін көптеген әртүрлі көрсеткіштер бар. Көрсеткіштерді талдау олардың негізінен масштабы мен өлшемдері бойынша ерекшеленетіндігімен қиындайды.

1959-1961 жылдары КСРО-да жылдық экономикалық тиімділікті анықтау әдістемесі жарияланып, ресми түрде бекітілді. Бұл әдістемеде әсер бастапқы көрсеткіштерді өзіндік құны бойынша және жаңа технологияларды қолданғаннан кейін анықталған көрсеткіштермен қаражатты ұлғайту құнын салыстырмалы талдау арқылы анықталады. Әрі қарай жылдық кіріс алынған нәтижелерге көбейтіледі:

$$E = \left[(C_C + E_H \cdot K_C) - (C_H + E_H \cdot K_H) \right] \cdot A_H, \quad (1)$$

мұндағы E – жылдық экономикалық тиімділік (жылына теңгемен үнемдеу);

C_C, C_H – өнім бірлігі үшін теңгедегі бастапқы құн немесе жаңа технологияларды қолданғанға дейін/кейінгі жұмыс бірлігінің өзіндік құны;

K_C, K_H – нақты күрделі шығындар, яғни. жылдық өнім бірлігіне немесе жаңа технология шараларын енгізгенге дейін/кейінгі орындалған жұмыстың жылдық көлеміне (капитал сыйымдылығының меншікті сыйымдылығы) шаққандағы өндірістік айналым қаражаты мен негізгі қорлардың теңгедегі сомасы;

A_H – жаңа технология бойынша іс-шараларды жүзеге асыру басталғаннан кейінгі табиғи бірліктегі жұмыстың немесе өнімнің жылдық көлемі. Оның құны іс-шараны жүзеге асырудың екінші жылының мемлекеттік жоспары бойынша алынады;

E_H – нормаландыру коэффициенті күрделі жұмсалымның салыстырмалы тиімділігін анықтауға арналған (стандартты өтелу мерзіміне кері тәуелділік).

1960 жылдан бастап шығындарды азайту тиімділік өлшемі ретінде қолданыла бастады. Осы уақытқа қарай елімізде ұлттық экономиканың тиімділігін бағалаудың біртұтас жүйесі қалыптаса бастады. Бұл әдіс нұсқаулықта талқыланады және жинақта да қолданылады.

1977 жылы жаңа технологияларды, өнертабыстарды және рационализациялық ұсыныстарды пайдаланудың экономикалық тиімділігін есептеу мақсатында жалпылау әдістемесінің негізгі ережелері жарияланды [4]. Бұл тәсіл халық шаруашылығының барлық салаларына, соның ішінде шатырдағы құрылыс жұмыстарына міндетті болды.

Оның мақсаты экономикалық тиімділік коэффициенттерін нормаларда, нормативтерде көрсететін жаңа технологияларды әзірлеу және енгізу нұсқасын таңдау мүмкіндігін зерттеу, нақты тиімділікті есептеу, бонустық төлемдерді есептеу және бағаны көтеру болды.

Бұл әдістемеде жылдың экономикалық тиімділігін анықтау ескі және жаңа технологиялардың төмендетілген шығындарын салыстыруға негізделген. Бұл шығындар өзіндік құн мен стандартты пайданың қосындысынан тұрады.

$$Z = C + E_H \cdot K, \quad (2)$$

мұндағы Z – келтірілген шығындар, теңгемен;

C – жұмыс бірлігінің құны, теңгемен;

K – «өндірістік активтерге» нақты күрделі салымдар, теңгемен;

E_H – күрделі салымдардың тиімділігін нормалау коэффициенті.

Уақытша факторын есепке алу үшін жаңа және негізгі технологияларды жасауға және енгізуге жұмсалған шығындар және оларды қолдану нәтижелері бір уақытта (есептік жылдың басы) беріледі.

$$\alpha_t = (1 + E)^t, \quad (3)$$

мұндағы E – келтіру нормативі (0.1);

a_t – келтіру коэффициенті;

t – есеп айырысу кезеңінен (жыл) белгілі бір жылдың барлық шығындарын анықтауға арналған жылдар саны.

Әдістемеде келтірілген жоғарыда аталған барлық көрсеткіштер [4] (түзетілген шығындар) тиімділікті анықтаудағы шығындар принципін білдіреді. Алайда, экономикалық нәтижелердің болмауы және оларға негіз болған шаралар бұл көрсеткіштерді біржақты етеді, дегенмен кейбір жағдайларда бұл қолайлы.

КСРО Ғылым және техника жөніндегі мемлекеттік комитеті мен КСРО Ғылым академиясы Президиумының 1988 жылғы 3 наурыздағы №60/52 «Ғылыми-техникалық прогресті жеделдетуге бағытталған шаралардың тиімділігін кешенді бағалау бойынша әдістемелік ұсыныстар» Жарлығы бекітілген [5].

1988 жылғы әдістемелік ұсыныстарда [5] экономикалық әсердің мәні шешілетін бірқатар міндеттерге байланысты белгіленеді – не халық шаруашылығы түрінде, не өзін-өзі сақтау түрінде.

Жылдар бойынша есеп айырысу кезеңіндегі жалпы экономикалық тиімділік мына формула бойынша есептеледі:

$$E_T = R_T - Z_T, \quad (4)$$

мұндағы E_T – есеп айырысу кезеңіндегі шаралардың экономикалық әсері;

R_T – есеп айырысу кезеңіндегі шараларды іске асыру тиімділігін бағалау;

Z_T – есеп айырысу кезеңіндегі іс-шараларды жүзеге асыру бойынша шығындарды бағалау.

Экономикалық тиімділікті есептеу барысында t_p есептік жылына шаралардың барлық нұсқалары үшін шығындарды және көп уақыттық нәтижелерді келтіру қажет, сондықтан әдістемеде есептік жылға жаңарту және келтіру коэффициенттері қолданылады.

Бір реттік шығындардың тиімділігін (рентабельділігін) талдау үшін компания осы шараларға әртүрлі көздерден қаржыландыратын шығындар, әдістеме осы көрсеткіштерді пайдалануды ұсынады.

Бір жолғы шығындардың пайдалылық коэффициенті (e), мына қатынастан есептеледі:

$$\sum_{t=t_H}^{t_K} (P_t - I_t - K_t) \cdot (1 + e)^{t_p - t} = 0, \quad (5)$$

мұндағы P_t – t жылында жаңа еңбек құралдарының көмегімен өндірілген өнім бірлігінің бағасы (қолдану тиімділігін ескере отырып),

I_t – t жылындағы ағымдағы өндіріс шығындары, жаңартуға аударымдар бойынша амортизацияны қоспағанда;

K_c – t жылындағы өнімнің бір жолғы шығындары.

e айнымалысының мәні оны халық шаруашылығына арналған E_n стандартымен салыстыруға мүмкіндік береді (ұлттық экономикалық тәсілді қамтамасыз ету үшін $e \geq E_n$ шартын орындау қажет);

Бір жолғы шығындарды қайтару мерзімі келесі мәндердің сомасы ретінде анықталады:

$$(P_t - I_T) \alpha_t$$

Қорытынды сома есеп айырысу жылына келтірілген біржолғы инвестициялардың құнына тең болғанға дейін қайтарылады.

Бұл әдістеме алдыңғысымен салыстырғанда прогрессивті болды. Бұл әдіс көп нұсқалы және күштірек есептеу механизмін қамтиды. Шаралардың тиімділігін анықтау үшін алғаш рет фермерлік тәсіл (өзін-өзі қамтамасыз ету) қолданылды. Нәтижелі көрсеткіште шығындардан басқа нәтижелер де ескерілетіні ерекше маңызға ие. Мазмұны жағынан бұл ұсыныстар жоспарлы және нарықтық экономикаға қатысты ымыраға келді.

1994 жылдан бастап Қазақстанда «Инвестициялық жобалардың тиімділігін бағалау және оларды қаржыландыру үшін таңдау бойынша әдістемелік ұсыныстар» қолданылады [3].

Бұл ұсыныстар жаһандық қағидаттар мен инвестициялық жобалардың тиімділігін бағалау механизмінің негізгі тәсілдеріне негізделді. Бұл өндіріс ресурстарын, тауар ағындарын және ақша ағындарын модельдеу. Нарық шолуының аналитикасын, компанияның белгілі бір кезеңдегі қаржылық жағдайын, жоба менеджеріне адалдық дәрежесін, оның жауапкершілігін және жобаның экологиялық қолайлылығын ескеру қажет.

Жобаның тиімділігі салыстыру арқылы анықталды:

- капиталдың немесе басқа көрсеткіштердің қажетті кірістілік нормасына қол жеткізуге баса назар аудара отырып, алдағы кешенді нәтижелер мен шығындар;
 - алдағы біржолғы шығындар мен кірістерді бастапқы кездегі экономикалық құндылығы бойынша олардың пропорционалдылығы тұрғысынан келтіру;
 - инфляцияның әсерін, төлемдерді кешіктіруді және пайдаланылған қаражаттың құнына әсер ететін басқа факторларды ескере отырып;
 - жобаны жүзеге асырумен байланысты тәуекелдер мен белгісіздіктерді есепке алу.
- Құжат инвестициялық жобаның келесі көрсеткіштерін атап көрсетеді:
- жобаның оның тікелей қатысушылары үшін қаржылық салдарын ескере отырып, коммерциялық тиімділік көрсеткіштері (коэффициенттері);
 - бюджеттік тиімділік көрсеткіштері (коэффициенттері), бюджеттік көлемдегі жобаның қаржылық салдарын көрсетеді;
 - инвестициялық жобаға қатысушылардың тікелей қаржылық мүдделерінен асатын және шығындарды өлшеуге мүмкіндік беретін жобаны іске асыруға байланысты шығындар мен нәтижелерді есепке алатын тиімділік көрсеткіштері.

Инвестициялық жобалардың тиімділігін бағалау, көп уақыттық көрсеткіштердің салыстырмалылығына олардың бастапқы кезеңде құнға дейін төмендеуін дисконттау арқылы қол жеткізіледі. Бірдей шығындарды, әсерлерді және нәтижелерді әкелу кезінде дисконттау мөлшерлемесі (E) қолданылады, оның құны инвестор үшін капиталдың кірістілік нормасы ретінде қолайлы.

Дисконттау мөлшерлемесін мемлекет жобаны бағалау үшін міндетті ретінде нақты экономикалық стандарт түрінде белгілеуі немесе шаруашылық жүргізуші субъектілердің әрқайсысы дербес бағалауы мүмкін (егер субъект оның жеке құнын өз бетінше бағаласа, яғни бірліктердің үлесінде ұсынылса). нарықта қолжетімді инвестицияның ықтимал баламалары мен бағыттарын және салыстырмалы тәуекелдері бар нарықта қолжетімді

инвестиция бағыттарын ескере отырып, инвестицияланған капиталдың жылдық табыстылығының нақты нормасы).

Жобаны іске асыруды есептеудің t -қадамында туындайтын шығындарды, нәтижелерді және әсерлерді E тұрақты дисконттау мөлшерлемесі үшін анықталған әдістемеде уақытты α дисконттау коэффициентіне көбейту арқылы базистік нүктеге жеткізу техникалық жағынан ыңғайлылығы келесі формулаға сәйкес:

$$\alpha = \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (6)$$

мұндағы t – есептеу қадамының нөмірі ($t=0,1,2,\dots,T$), ал T – есептеу горизонты.

Егер дисконттау мөлшерлемесі уақыт бойынша өзгерсе және t -ші есептеу қадамында E_t -ге тең болса, онда дисконттау коэффициенті мынаған тең болады:

$$\alpha_0=1 \text{ и } \alpha_t = \frac{1}{\prod_{k=1}^t (1+E_k)} \text{ при } t>0. \quad (7)$$

Әртүрлі инвестициялық жобаларды (немесе жоба нұсқаларын) салыстыру және әртүрлі көрсеткіштерді пайдалана отырып, ең жақсысын таңдау ұсынылады, олар мыналарды қамтиды:

- таза келтірілген құн (NPV – Net Present Value) (жиынтық әсер, таза келтірілген құн, таза казіргі құн);
- табыстылық индексі (рентабельділік индексі, Profitability Index – PI);
- кірістің ішкі нормасы (ішкі кіріс нормасы, пайдалылық, инвестицияның қайтарымы, Internal Rate of Return – IRR);
- өтелу мерзімі.

Ерекше қызығушылық таза келтірілген құн болып табылады, ол бастапқы қадамға дейін қысқартылған бүкіл есеп айырысу кезеңіндегі ағымдағы әсерлердің қосындысы ретінде немесе интегралдық нәтижелердің интегралдық шығындардан асып кетуі ретінде анықталады.

Егер есептік кезеңде бағаның инфляциялық өзгерісі болмаса немесе есептеу базалық бағамен жүргізілсе, онда тұрақты дисконттау мөлшерлемесі үшін таза келтірілген құн мәні мына формула бойынша есептеледі:

$$NPV = \sum_{t=0}^T (R_t - Z_t) \cdot \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (8)$$

мұндағы R_t – t -ші таңдау уақытында қол жеткізілген нәтижелер;

Z_t – сол қадамда жұмсалған шығындар;

T – есептеу көкжиегі (объекті жойылатын есептеу қадамының санына тең).

Егер инвестициялық жобаның таза келтірілген құны оң болса, жоба тиімді (берілген дисконт ставкасы бойынша) және оны қабылдау мәселесін қарастыруға болады. Таза келтірілген құның неғұрлым жоғары болса, жобаның тиімділігі соғұрлым жоғары болады. Инвестициялық жоба теріс таза келтірілген құнымен жүзеге асырылған кезде жоба тиімсіз, сондықтан инвестор шығынға ұшырайды.

Табыстылық индексі (R_i) – дисконтталған әсерлер сомасының күрделі салымдар сомасына қатынасы.

Табыстылық индексі (PI) – дисконтталған әсерлер сомасының инвестиция көлеміне қатынасы:

$$PI = \frac{1}{K} \cdot \sum_{t=0}^T Z_t^+ \quad (9)$$

мұндағы K – дисконтталған инвестиция сомасы;

Z_t^+ – күрделі салымдарды қоспау шартындағы t -қадамындағы шығындар.

Табыстылық индексі бірдей элементтерден құрастырылған және оның мәні таза келтірілген құнының мәнімен байланысты: егер ол оң болса, онда $PI < 1$ және керісінше. Егер $PI > 1$ болса, жоба жұмыс істейді, $PI < 1$ болса, ол тиімсіз.

Табыстың ішкі нормасы – бұл берілген инвестиция берілген әсерлердің мәнімен сәйкес келетін дисконт мөлшерлемесі.

Жобаны іске асырудың басынан бастап өтелу мерзімі – өте қысқа уақыт кезеңі. Оның сыртында интегралдық әсер теріс емес болады. Бұл кезеңді жылдармен, тоқсандармен, айлармен есептеуге болады. Ал осы кезеңнен бастап бастапқы инвестициялар мен шығындар (инвестициялық жоба бойынша) оны жүзеге асырудың жалпы нәтижелерімен толығымен жабылады.

Сондай-ақ кейбір жағдайларда интегралдық тиімділік критерийлерін, кірістің қарапайым нормаларын, бақылау нүктелерін, капиталдың кірістілігін және т.б. қолдануға болады. Бірақ оларды қолдану үшін экономикалық бағалаудың қандай мәселесі шешілетінін оны пайдалануымен және шешімді таңдаумен нақты түсіну қажет.

1994 жылғы нұсқаулықта келтірілген көрсеткіштерден басқа, жалпы кәсіпорын жұмысын сипаттайтын көрсеткіштер де қолданылуы мүмкін. Негізінен бұл кәсіпорынның табыстылығын және оның ақша қаражатын пайдалану мүмкіндігін өлшейтін қаржылық көрсеткіштер.

Таза келтірілген құны құрылыс құнын да, оның нәтижелерін де есепке алу мүмкіндігін береді, бұл жабдықты жалға беру мен алуды, лизингтік операцияларды көрсетуге мүмкіндік береді. Материалдардың құны өзіндік құн бабында көрсетілетіндіктен, бұл критерийді пайдалану дәстүрлі және ресурс үнемдейтін технологияларды салыстыруға мүмкіндік береді. Тиімділік көрсеткішінде болуы компанияның баға саясаты арқылы орындалатын жұмыстардың сенімділігі мен сапасын есепке алуға мүмкіндік береді. Жобалардың тиімділігін бірдей емес нәтижелермен салыстыруға болады. Көрсеткіштің маңызды оң ерекшелігі уақыт бойынша барлық факторлардың базистік нүктеге дейін төмендеуі болып табылады. Экономикалық тиімділікті есептеу әдістері шаруашылық қызмет нәтижелерін бағалау әдістеріне толық сәйкес келеді. Таза келтірілген құн жеткілікті сенімді және өзекті көрсеткіш болып табылады. Шығындардың белгілі бір түрлері ғана ескерілетін көптеген қолданыстағы есептеу әдістерінен айырмашылығы, «таза келтірілген құн» критерийі негізінде құрылған модель таңдалған көрсеткіштен негізгі принципті, атап айтқанда, нәтижені салыстыру арқылы есептелуі керек.

Еңбек технологиясында факторларды арнайы бағалау үшін экономикалық нәтиже мен кез келген экономикалық ресурс бағасының арақатынасымен анықталатын жеке көрсеткіштер қолданылады.

Факторлық талдау жабынның тиімділігінің көрсеткіштердің үш тобына тәуелділігін растады: жұмыс барысында алынған нәтижелер (негізгі факторлар: тариф, жұмыс көлемі, төлем құралдарының өтімділік коэффициенті, объектінің бағасына үнемдеу); осы жағдайда жұмсалған шығындар (негізгі факторлар: материалдық шығындар, жұмыс

көлемі, механизмдер, еңбекақы, үстеме шығыстар, басқа да шығындар, операциялық шығындарды азайтатын шығындар); уақыт бойынша әртүрлі нәтижелерді, шығындарды және әсерлерді әкелу (дисконт факторына негізделген).

Үш көрсеткіштің әрқайсысы таза келтірілген құнында көрсетілген.

Бұл мәселені дамытудың келесі кезеңі шатыр жұмыстарының тиімділік дәрежесін бағалауға мүмкіндік беретін экономикалық-математикалық модельді сипаттауда қолданылады.

Әдебиеттер

1. Иванов В.Н., Клопунов И.С. Определение рационального организационно-технологического варианта строительных работ. / Труды молодых ученых. – Часть III. – Санкт-Петербург, 2000.

2. Одинцов Д.Г., Клопунов И.С. Сотрудничество кафедры «Организация и технология строительства» и ремонтно-строительного управления «Коммунремстрой» в области повышения эффективности кровельных покрытий. / Тезисы докладов на Международной научной конференции, посвященной 70-летию образования Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2000. – Т. IV. Научно-технические и экономические проблемы строительства. – С. 9-11.

3. Иванов В.Н., Клопунов И.С. Экономико-математическое моделирование в строительстве. Методические указания. – Омск: «Роскартография», 2000. – 52 с.

4. Завадский В.Ф., Косач А.Ф. Производство стеновых материалов и изделий: Учебное пособие. – Новосибирск: НГАСУ, 2000. – 168 с.

5. Клопунов И.С. Организационно-технологические основы повышения эффективности устройства мягких кровельных покрытий. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Сибирская Государственная Автомобильно-Дорожная Академия. Омск, 2000. – 144 с.

References

1. Ivanov V.N., Klopunov I.S. Definition of a rational organizational and technological variant of construction works. / Works of young scientists. – Part III. – St. Petersburg, 2000.

2. Odintsov D.G., Klopunov I.S. Cooperation of the department "Organization and technology of construction" and the repair and construction management "Communremstroy" in the field of improving the efficiency of roofing. / Abstracts of reports at the International Scientific Conference dedicated to the 70th anniversary of the formation of the Siberian State Automobile and Road Academy. – Omsk: SibADI Publishing House, 2000. – Vol. IV. Scientific, technical and economic problems of construction. – pp. 9-11.

3. Ivanov V.N., Klopunov I.S. Economic and mathematical modeling in construction. Methodical instructions. – Omsk: "Roskartografiya", 2000. – 52 p.

4. Zavadsky V.F., Kosach A.F. Production of wall materials and products: A textbook. – Novosibirsk: NGASU, 2000. – 168 p.

5. Klopunov I.S. Organizational and technological bases for improving the efficiency of the device of soft roofing. / Dissertation for the degree of Candidate of technical sciences. Siberian State automobile and road academy. – Omsk, 2000. – 144 p.

МУРЗАЛИНА Г.Б. – к.т.н., ассоц. профессор (г. Алматы, Международная образовательная корпорация (Казахская головная архитектурно-строительная академия))

УСМАНБАЕВ Е.А. – магистрант (г. Алматы, Международная образовательная корпорация (Казахская головная архитектурно-строительная академия))

РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ КРОВЕЛЬНЫХ РАБОТ С УЧЕТОМ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Аннотация

В статье приведен расчет эффективности кровельных работ с учетом экономических показателей. Приведена зависимость эффективности кровли от трех групп показателей: результаты, полученные в процессе работы; понесенные в этом случае затраты; принося различные результаты, затраты и эффекты с течением времени.

Ключевые слова: оценки эффективности кровельных работ, экономическая эффективность, себестоимость, экономический эффект, индекс рентабельности, чистая приведенная стоимость, коэффициент рентабельности единовременных затрат, индекс доходности.

MURZALINA G.B. – c.t.s., assoc. professor (Almaty, International educational corporation (Kazakh leading architecture and civil engineering academy))

USMANBAEV E.A. – master's student (Almaty, International educational corporation (Kazakh leading architecture and civil engineering academy))

CALCULATION OF THE EFFICIENCY OF ROOFING WORKS TAKING INTO ACCOUNT ECONOMIC INDICATORS

Abstract

The article provides a calculation of the effectiveness of roofing, taking into account economic indicators. The dependence of the effectiveness of the roof on three groups of indicators is given: the results obtained in the course of work; the costs incurred in this case; bringing different results, costs and effects over time.

Key words: assessment of the effectiveness of roofing, economic efficiency, cost, economic effect, profitability index, net present value, profitability ratio of one-time costs, profitability index.

УДК 62.83.52

СУЛТАНГАЗИНОВ С.К. – д.т.н., профессор (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

РУСТАМБЕКОВА К.К. – магистр, ст. преподаватель (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

КУРАКБАЙ М.Б. – преподаватель (г. Актобе, Баишев университет)

УСТАНОВКА ПОГРУЖНОГО ЦЕНТРОБЕЖНОГО ЭЛЕКТРОНАСОСА

Аннотация

В данной статье рассматриваются вопросы регулирования частоты вращения, снижение энергопотребления по абсолютному значению равно потерям, обусловленным превышением напоров, которые имеют место при работе насосов с постоянной частотой вращения.

Ключевые слова: вращения насоса ,трубопровод, частота, статический напор.

Состав и комплектность УЭЦН. Установка УЭЦН состоит из погружного насосного агрегата (электродвигателя с гидрозащитой и насоса), кабельной линии (круглого плоского кабеля с муфтой кабельного ввода), колонны НКТ, оборудования устья скважины и наземного электрооборудования: трансформатора и станции управления (комплектного устройства) (рисунок 1). Трансформаторная подстанция преобразует напряжение промышленной сети до оптимальной величины на зажимах электродвигателя с учетом потерь напряжения в кабеле. Станция управления обеспечивает управление работой насосных агрегатов и его защиту при оптимальных режимах.

Погружной насосный агрегат, состоящий из насоса и электродвигателя с гидрозащитой и компенсатора, опускается в скважину по НКТ. Кабельная линия обеспечивает подвод электроэнергии к электродвигателю. Кабель крепится к НКТ, металлическими колесами. На длине насоса и протектора кабель плоский, прикреплен к ним металлическими колесами и защищен от повреждений кожухами и хомутами. Над секциями насоса устанавливаются обратный и сливной клапаны. Насос откачивает жидкость из скважины и подает ее на поверхность по колонне НКТ.

Оборудование устья скважины обеспечивает подвеску на фланце обсадной колонны НКТ с электронасосом и кабелем, герметизацию труб и кабеля, а также отвод добываемой жидкости в выходной трубопровод.

Насос погружной, центробежный, секционный, многоступенчатый не отличается по принципу действия от обычных центробежных насосов.

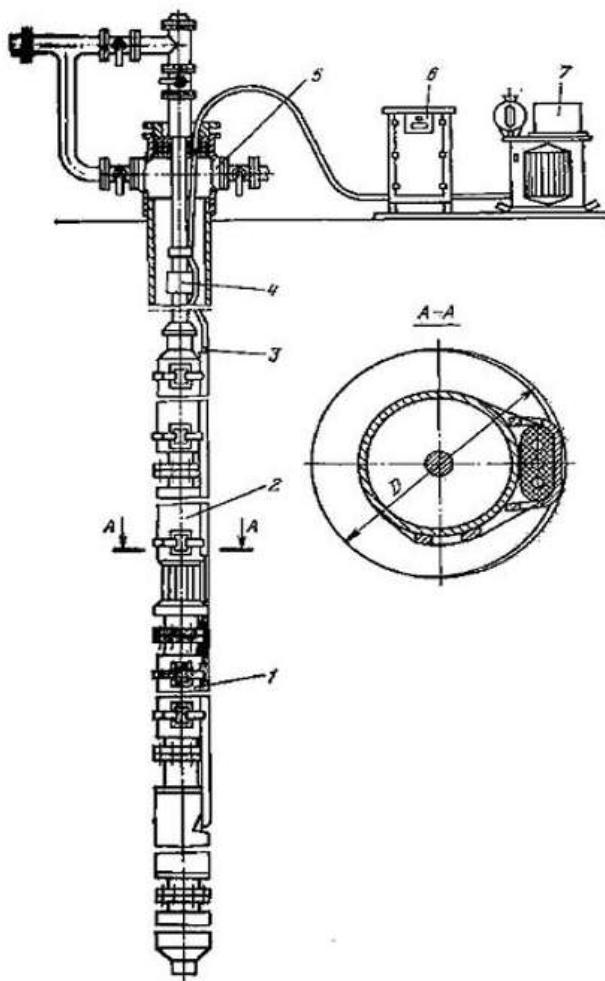


Рисунок 1 – Установка погружного центробежного электронасоса (УЭЦН)

Отличие его в том, что он секционный, многоступенчатый, с малым диаметром рабочих ступеней – рабочих колес и направляющих аппаратов. Выпускаемые для нефтяной промышленности погружные насосы содержат от 1300 до 415 ступеней.

Секции насоса, связанные фланцевыми соединениями, представляют собой металлический корпус. Изготовленный из стальной трубы длиной 5500 мм. Длина насоса определяется числом рабочих ступеней, число которых, в свою очередь, определяется основными параметрами насоса. – подачей и напором. Подача и напор ступеней зависят от поперечного сечения и конструкции проточной части (лопаток), а также от частоты вращения. В корпусе секций насоса вставляется пакет ступеней, представляющих собой собрание на валу рабочих колес и направляющих аппаратов.

Рабочие колеса устанавливаются на валу на призматической шпонке по ходовой посадке и могут перемещаться в осевом направлении. Направляющие аппараты закреплены от поворота в корпусе ниппеля, расположенным в верхней части насоса. Снизу в корпус ввинчивают основание насоса с приемными отверстиями и фильтром, через которые жидкость из скважины поступает к первой ступени насоса.

Верхний конец вала насоса вращается в подшипниках сальника и заканчивается специальной пяткой, воспринимающей нагрузку на вал и его вес через пружинное кольцо. Радиальные усилия в насосе воспринимаются подшипниками скольжения, устанавливаемыми в основании ниппеля и на валу насоса.

В верхней части насоса находится ловильная головка, в которой устанавливается обратный клапан и к которой крепится НКТ.

Электродвигатель погружной, трехфазовый, асинхронный, маслозаполненный с короткозамкнутым ротором в обычном исполнении и коррозионностойком исполнении ПЭДУ (ТУ 16-652-029-86). Климатическое исполнение – В, категория размещения – 5 по ГОСТ 15150 – 69. В основании электродвигателя предусмотрены клапан для закачки масла и его слива, а также фильтр для очистки масла от механических примесей.

Гидрозащита ПЭД состоит из протектора и компенсатора. Она предназначена для предохранения внутренней полости электродвигателя от попадания пластовой жидкости, а также компенсации температурных изменений объемов масла и его расхода.

Протектор двухкамерный, с резиновой диафрагмой и торцевыми уплотнениями вала, компенсатор с резиновой диафрагмой.

Кабель трехжильный с полиэтиленовой изоляцией, бронированный. Кабельная линия, т.е. кабель, намотанный на барабан, к основанию которого присоединен удлинитель – плоский кабель с муфтой кабельного ввода. Каждая жила кабеля имеет слой изоляции и оболочку, подушки из прорезиненной ткани и брони. Три изолированные жилы плоского кабеля уложены параллельно в ряд, а круглого скручены по винтовой линии. Кабель в сборе имеет унифицированную муфту кабельного ввода К 38, К 46 круглого типа. В металлическом корпусе муфты герметично заделаны с помощью резинового уплотнения, к токопроводящим жилам прикреплены наконечники.

Конструкция установок УЭЦНК, УЭЦНМ с насосом, имеющим вал и ступени, выполненные из коррозионностойких материалов, и УЭЦНИ с насосом, имеющим пластмассовые рабочие колеса и резинометаллические подшипники аналогична конструкции установок УЭЦН.

Приводом погружных центробежных насосов служит специальный маслозаполненный погружной асинхронный электродвигатель трехфазного переменного тока с короткозамкнутым ротором вертикального исполнения типа ПЭД. Электродвигатели имеют диаметры корпусов 103, 117, 123, 130, 138 мм. Поскольку диаметр электродвигателя ограничен, при больших мощностях двигатель имеет большую длину, а в некоторых случаях выполняется секционным. Так как электродвигатель

работает погруженным в жидкость и часто под большим гидростатическим давлением, основное условие надежной работы – его герметичность.

ПЭД заполняется специальным маловязким, высокой диэлектрической прочности маслом, служащим как для охлаждения, так и для смазки деталей.

Погружной электродвигатель состоит из статора, ротора, головки, основания. Корпус статора изготавливается из стальной трубы, на концах которой предусмотрена резьба для подсоединения головки и основания двигателя. Магнитопровод статора собирается из активных и немагнитных шихтованных жестей, имеющих пазы, в которых располагаются обмотка. Обмотка статора может быть однослойной, протяжной, катушечной или двухслойной, стержневой, петлевой. Фазы обмотки соединены.

Активная часть магнитопровода совместно с обмоткой создает в электродвигателе вращающееся магнитное поле, а немагнитная часть служит опорами для промежуточных подшипников ротора. К концам обмотки статора припаивают выводные концы, изготовленные из многожильного медного провода с изоляцией, имеющий высокую электрическую и механическую прочность. К концам припаивают штебельные гильзы, в которые входят наконечники кабеля. Выводные концы обмотки соединяют с кабелем через специальную штебельную колодку (муфту) кабельного ввода. Токоввод двигателя может быть и ножевого типа. Ротор двигателя короткозамкнутый, многосекционный. В его состав входят вал, сердечники (пакеты ротора), радиальные опоры (подшипники скольжения). Вал ротора выполнен из пустотелой калиброванной стали, сердечники из листовой электротехнической стали. Сердечники набираются на вал, чередуясь с радиальными подшипниками, и соединены с валом шпонками. Набор сердечников на валу затянуть в осевом направлении гайками или турбинкой. Турбинка служит для принудительной циркуляции масла для выравнивания температуры двигателя на длине статора. Для обеспечения циркуляции масла на погружной поверхности магнитопровода имеются продольные пазы. Масло циркулирует через эти пазы, фильтра в нижней части двигателя, где оно очищается, и через отверстие в валу. В головке двигателя расположены пята и подшипник. Переводник в нижней части двигателя служит для размещения фильтра, перепускного клапана и клапана для закачки масла в двигатель.

Видно, что гидравлические потери в насосе при одной и той же подаче не зависят от частоты вращения. Это значит, что при ее изменении напорные характеристики насоса остаются подобными друг другу и только изменяют свое положение по вертикали в координатах Q и H . На графике (рисунок 2) представлена характеристика трубопровода, на который работает насос. Характеристика трубопровода описывается зависимостью. Пересечение характеристик 1,2,3 насоса, последовательно изменяющего свою частоту вращения n_1, n_2, n_3 , с характеристикой 4 трубопровода определяет положение рабочих точек a_1, a_2, a_3 . Этим точкам соответствуют значения рабочих параметров насоса: напора H_1, H_2, H_3 и подачи Q_1, Q_2, Q_3 . Таким образом, рабочие точки характеристики насоса при изменении его частоты вращения располагаются на характеристике трубопровода.

Совместным решением уравнений характеристик трубопровода (5) и насоса (7) относительно параметра Q получена зависимость изменения подачи насоса от его частоты вращения:

$$Q = Q_6 \sqrt{\frac{(n/n_{НОМ})^2 - (H_{II}/H_{\Phi})}{1 - (H_{II}/H_{\Phi})}} \quad (1)$$

Из (1) видно, что подача насоса зависит не только от частоты вращения, но и от отношения H_{Π}/H_{Φ} .

Принимая в качестве базисных значений Q_6, H_6 и $n_{\text{НОМ}}$ зависимость (1) приводят к виду

$$Q^i = \sqrt{\frac{n^{i2} - (H_{\Pi}^i/H_{\Phi}^i)}{1 - (H_{\Pi}^i/H_{\Phi}^i)}}, \quad (2)$$

где $Q^i = Q/Q_6$ – относительная подача;

$n^i = n/n_{\text{НОМ}}$ – относительная частота вращения насоса;

$H_{\Pi}^i = H_{\Pi}/H_6$ – относительный статический напор;

$H_{\Phi}^i = H_{\Phi}/H_6$ – относительная фиктивная высота подъема жидкости.

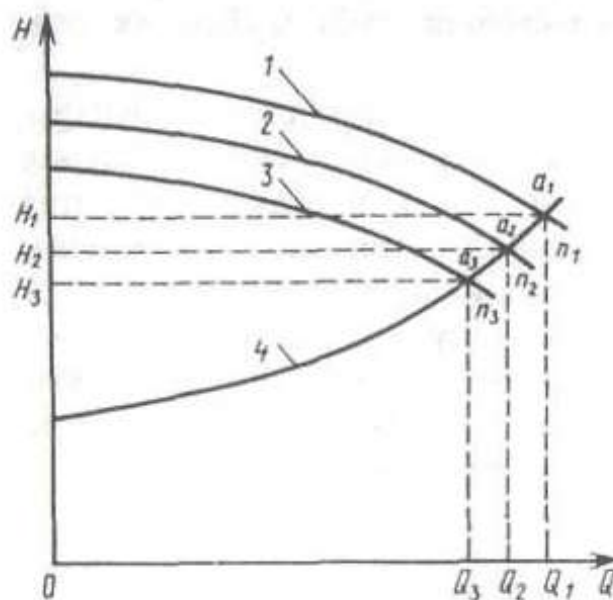


Рисунок 2 – График совместной работы насоса, работающего с переменной частотой вращения, и трубопровода: 1-4 – напорные характеристики насоса при n_1, n_2, n_3, n_4 соответственно; 5 – характеристика трубопровода.

С использованием (2) на рисунке 3 приведена графически зависимость изменения подачи насоса от его частоты вращения для разных значений отношения H_{Π}^i/H_{Φ}^i . Представленные кривые наглядно показывают, что квадратичная зависимость изменения подачи от частоты вращения насоса наблюдается только при $H_{\Pi}^i/H_{\Phi}^i = 0$, т.е. при работе без статического напора. Аналогичным образом получена зависимость изменения напора, развиваемого насосом, от его частоты вращения

$$H^i = H_{\Pi}^i + (1 + H_{\Pi}^i) \left[\frac{n^{i2} - (H_{\Pi}^i / H_{\Phi}^i)}{1 - (H_{\Pi}^i / H_{\Phi}^i)} \right] \quad (3)$$

С использованием (3) построена зависимость напора насоса от его частоты вращения при разных значениях H_{Π}^i / H_{Φ}^i (рисунок 4).

При построении этой зависимости принято $H_{\Phi}^i = 1,25$, характерное для многих насосов, предназначенных для подачи чистой воды. Аналогичные зависимости могут быть построены с помощью (10) и для других значений H_{Φ}^i , т.е. для насосов с другой крутизной напорной характеристики $Q-H$.

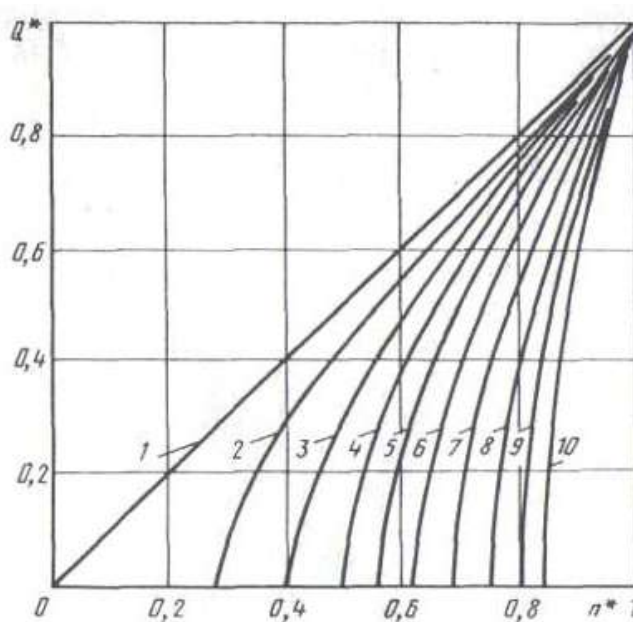


Рисунок 3 – Изменение подачи насоса в зависимости от частоты вращения при различных значениях H_{Π}^i / H_{Φ}^i : 1-0; 2-0,08; 3-0,16; 4-0,24; 5-0,32; 6-0,4; 7-0,48; 8-0,56; 9-0,64; 10-0,72.

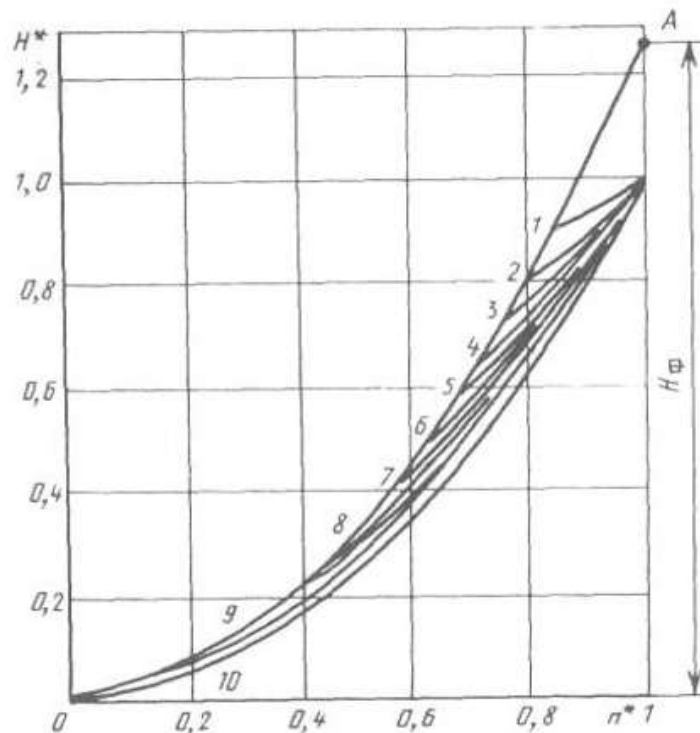


Рисунок 4 – Изменение напора насоса в зависимости от частоты вращения при $H_{\phi}^i = 1,25$ и различных значениях H_{Π}/H_{ϕ} : 1-0; 2-0.16; 3-0.24; 4-0.3; 5-0.4; 6-0.48; 7-0.56; 8- 0,64; 9-0,72; 10-0,8.

Важнейшим параметром насоса является его КПД. Изменение КПД в зависимости от частоты вращения насоса определяют с помощью формулы Муди, преобразованной для насосов:

$$\frac{1-\eta^2}{1-\eta_1} = \left(\frac{D_1^2 n_1}{D_2^2 n_2} \right)^2 \quad (4)$$

где η_2, n_2, D_2 – КПД, частота вращения и диаметр рабочего колеса насоса;
 η_1, n_1, D_1 – то же геометрически подобного насоса. После некоторых преобразований получаем

$$\eta = 1 - \frac{1-\eta_{\text{НОМ}}}{n^i}, \quad (5)$$

где $\eta_{\text{НОМ}}$ – значение КПД при номинальной частоте вращения насоса.

Следует подчеркнуть, что КПД насоса при номинальной частоте вращения не является номинальным КПД. За номинальный КПД насоса принимается только максимальное значение КПД при номинальной частоте вращения рабочего колеса насоса. Прочие значения КПД насоса при номинальной частоте вращения задаются обычно в виде опытных кривых и приводятся в каталогах насосов. Зависимость значения КПД от значений подачи при постоянной номинальной частоте вращения для наиболее распространенных насосов средней и большой мощности (Д и В соответственно) описывается эмпирически:

$$\eta^i = \eta / \eta_{НОМ} = 1 - (1 - Q^i)^{2,3} \quad (6)$$

Важным параметром насоса является его механическая характеристика, т.е. зависимость момента сопротивления насоса от частоты вращения. От вида механической характеристики зависят энергетические показатели привода- потери в приводе и его КПД.

Момент сопротивления, $H^*м$, любого механизма, в том числе и насоса, определяется выражением

$$M_C = 9569 N/n \quad (7)$$

где N – мощность, кВт;

n – частота вращения, об/мин.

Подставляя в (14) значения мощности из (6), получаем выражение момента сопротивления, $H^*м$, насоса через его рабочие параметры:

$$M_C = \frac{9565 \rho g Q H}{1000 \eta_H n} = 9.565 \frac{\rho g Q H}{\eta_H n} \quad (8)$$

В относительных единицах (15) имеет вид

$$M_C^i = \frac{Q^i H^i}{\eta^i n^i} \quad (9)$$

При эксплуатации скважины штанговыми насосами к добываемой нефти не предъявляются строгие требования, которые имеют место при других способах эксплуатации. Штанговые насосы могут качать нефть, характеризующуюся наличием механических примесей, высоким газовым фактором и так далее. К тому же, данный способ эксплуатации отличается высоким КПД.

При больших подачах УЭЦН имеют достаточный КПД, позволяющий конкурировать этим установкам со штанговыми установками и газлифтом. При этом способе эксплуатации борьба с отложениями парафина проводится достаточно эффективно с помощью автоматизированных проволочных скребков, а также путем нанесения покрытия на внутреннюю поверхность НКТ. Межремонтный период работы УЭЦН в скважинах достаточно высок и достигает 600 суток.

Скважинный насос имеет 80-400 ступеней. Жидкость поступает через сетку в нижней части насоса. Погружной электродвигатель маслозаполненный, герметизированный. Во избежание попадания в него пластовой жидкости устанавливается узел гидрозащиты. Электроэнергия с поверхности подается по круглому кабелю, а около насоса – по плоскому. При частоте тока 50 Гц частота вращения вала двигателя синхронная и составляет 3000 мин (-1).

Трансформатор (автотрансформатор) используют для повышения напряжения тока от 380 (напряжение промышленной сети) до 400-2000 В.

Станция управления имеет приборы, показывающие силу тока и напряжение, что позволяет отключать установку вручную или автоматически.

Колон на НКТ оборудуется обратным и сливным клапанами. Обратный клапан удерживает жидкость в НКТ при остановках насоса, что облегчает запуск установки, а

сливной освобождает НКТ от жидкости перед подъемом агрегата при установленном обратном клапане.

Для повышения эффективности работы для извлечения вязких жидкостей используется скважинные винтовые насосы с погружным электродвигателем. Установка скважинного винтового насоса, подобно установке ЭЦН, имеет погружной электродвигатель с компенсатором и гидрозащитой, винтовой насос, кабель, обратный и сливной клапаны (встроенные в НКТ), оборудование устья, трансформатор и станцию управления. За исключением насоса, другие части установки идентичны.

Литература

1. Грей Ф. Добыча нефти. – М, 2006. – 416 с.
2. Ивановский В.Н., Дарищев В.И., Сабиров А.А., Каштанов В.С., Пекин С.С. Скважинные насосные установки для добычи нефти. – М, 2002. – 824 с.
3. Щуров В.И. Технология и техника добычи нефти: Учебник. – М, 2005. – 510 с.
4. Нефтегазопромысловое оборудование: учебник. / Под общ. ред. В.Н. Ивановского. – М, 2006. – 720 с.
5. Лезнов Б.С. Экономия электроэнергии в насосных установках. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 144 с.
6. Масленко В.В. Автоматизированный электропривод. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 410 с.
7. Чиликин М.Г., Сандлер А.С. Теория автоматизированного электропривода. – М.: Энергоиздат, 1981. – 576 с.
8. Тиристорные преобразователи частоты в электроприводе. – М.: Энергия, 1979. – 616 с.
9. Сандлер А.С., Сарбатов Р.С. Автоматическое частотное управление асинхронными двигателями. – М.: Энергия, 1974. – 328 с.
10. Ильинский Н.Ф. Основы электропривода. – М.: Издательство «МЭИ», 2003. – 221 с.

References

1. Gray F. Oil production. – M, 2006. – 416 p.
2. Ivanovskiy V.N., Darishchev V.I., Sabirov A.A., Kashtanov V.S., Pekin S.S. Borehole pumping units for oil production. – M, 2002. – 824 p.
3. Shchurov V.I. Technology and technique of oil production: Textbook. – M, 2005. – 510 p.
4. Oil and gas field equipment: textbook. / Under the general editorship of V.N. Ivanovsky. – M, 2006. – 720 p.
5. Leznov B.S. Saving electricity in pumping plants. – M.: Energoatomizdat, 1991. – 144 p.
6. Maslenko V.V. Automated electric drive. – M.: Energoatomizdat, 1986. – 410 p.
7. Chilikin M.G., Sandler A.S. Theory of automated electric drive. – M.: Energoizdat, 1981. – 576 p.
8. Thyristor frequency converters in electric drive. – M.: Energia, 1979. – 616 p.
9. Sandler A.S., Sarbatov R.S. Automatic frequency control of asynchronous motors. – M.: Energiya, 1974. – 328 p.
10. Ilyinsky N.F. Fundamentals of electric drive. – M.: Publishing house "MEI", 2003. – 221 p.

СҮЛТАНҒАЗИНОВ С.К. – т.ғ.д., профессор (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

РУСТАМБЕКОВА К.К. – магистр, аға оқытушы (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)
КУРАКБАЙ М.Б. – оқытушы (Ақтөбе қ., Баишев университеті)

БАТЫРЫЛАТЫН ОРТАДАН ТЕПКИШ ЭЛЕКТР СОРҒЫНЫ ОРНАТУ

Аңдатпа

Бұл мақалада айналу жиілігін реттеу, абсолютті мәні бойынша энергия тұтынуды төмендету тұрақты айналу жиілігі бар сорғылармен жұмыс істеу кезінде пайда болатын қысымның артуымен байланысты шығындарға тең болады.

Түйінді сөздер: сорғының айналуы, құбыр, жиілік, статикалық қысым.

SULTANGAZINOV S.K. – d.t.s., professor (Almaty, Kazakh university ways of communications)

RUSTAMBEKOVA K.K. – master's degree, senior lecturer (Almaty, Kazakh university ways of communications)

KURAKBAI M.B. – lecturer (Aktobe, Baishev University)

INSTALLATION OF A SUBMERSIBLE CENTRIFUGAL ELECTRIC PUMP

Abstract

This article discusses the issues of speed control, the reduction of energy consumption in absolute value is equal to the losses caused by the excess of pressure that occur when pumps operate at a constant speed.

Keywords: pump rotation, pipeline, frequency, static pressure.

УДК 625

КАРАСАЙ С.Ш. – т.ғ.к., доцент (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

ДАЙРБЕКОВ Г.И. – аға оқытушы (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

ИМАНҚОЖА М.Ғ. – магистрант (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

ТРАССАДАҒЫ БАҒЫТ БҰРМАЛАРЫНЫҢ ОРНЫН АНЫҚТАУ. БАҒЫТЫҚ БҰРМАЛАР КӨШЕСІ.

Аңдатпа

Құрылыс аумағына бекітілетін қазықтардың биіктік мәндерін, жоғарғы классты қазықтардың биіктік мәндерін пайдаланып анықтайды, екі немесе үш, жоғары классты қазықтарға негіздейді. Нәтижесінде бірнеше түйін қазығы бар, геодезиялық биіктік қазықтар торы пайда болады.

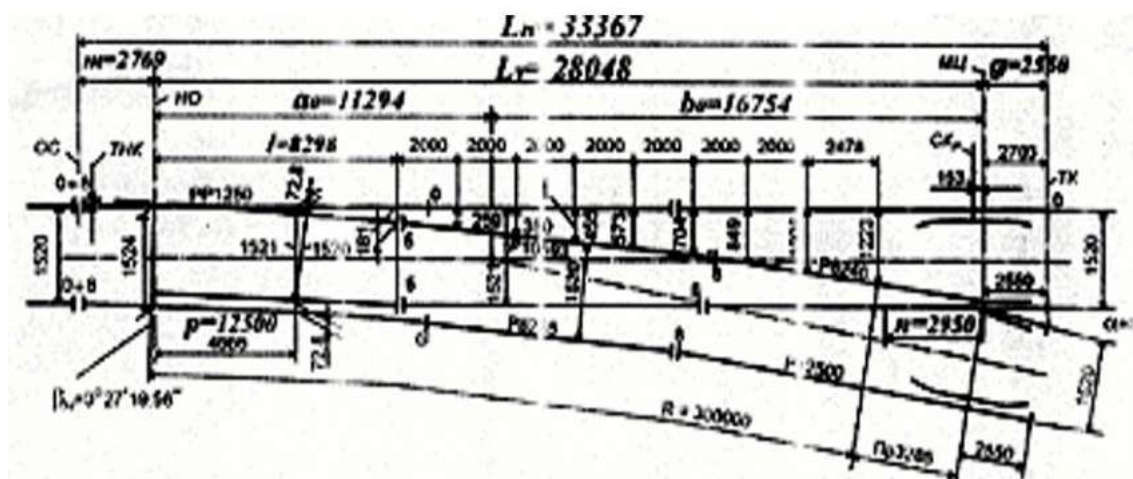
Түйінді сөздер: аралықты аспаптардың көмегімен өлшеуді, «жанама өлшеу» - деп айтады; аралықты өлшеуге арналған аспаптарды, оптикалы және электронды, деп екі топқа бөледі; оптикалы аспаптарды «тұрақты параллактикалы бұрышты және тұрақты базисті» - деп екі топқа бөледі.

Бұрманы дұрыс орналастырудың ең маңызды шарттарының бірі – ол оның бөліктері мен бөлшектерінің тұратын орнын межеллеу. Кәдімгі бағыт бұрманы межеллеу үшін алдымен жер бедерінде төселетін бұрманың ортасы ЦП, айқаспаның математикалық ортасы МЦ, үшкілдердің басы және бұрма қисықтарының белгілері анықталып, бекітіледі.

Бұрма ортасы ЦП алдын-ала белгіленіп беріледі, станса ортасынан немесе жолда жатқан бағыт бұрманың ортасынан белгілі қашықтық бойынша анықталады. Табылған ЦП нүктесінен – бағыт бұрма ортасынан түзу жолдың осі бойынша кесінді өлшенеді ЦА, айқаспа маркасының бөлгішіне тең немесе еселі; А нүктесінде түзу жолдың осіне перпендикулярды бұрылу бағытымен тұрғызады, одан ЦА-дан айқаспа маркасының бөлгішінде қанша бірлік болса, сонша есе аз АБ кесіндісі өлшеніп алынады. Яғни егер айқаспа маркасы 1/11 болғанда ЦА кесіндісі 11 м-ге тең болса, онда АБ ұзындығы 1 м-ге тең болады. Б нүктесінен жанама жолдың осі болып табылатын ЦБ линиясы тартылады. Одан кейін Ц нүктесінен негізгі жолдың ортаңғы осі бойынша үшкілдер басына дейін (НО нүктесі) a_0 ұзындығы және МЦ нүктесіне дейін (осымен айқаспаның математикалық ортасының орны анықталады) $b_0=16754$ мм ұзындығы өлшеніп алынады. Ол үшін МЦ нүктесінен түзу жолдың осінегізгі бұрыш перпендикуляр сызық қалпына келтіріледі де, онымен жанама жол жағына 760 мм тең ЦБ – МЦ кесіндісі өлшеніп алынады. О нүктесінен жанама рельстер басының түйіспе шетіне дейін m кесіндісі және үшкілдер түбіріне дейін l кесіндісі өлшеніп алынады. МЦ нүктесінен айқаспаның артқы түйіспесінің ортасына дейін q ұзындығы және айқаспаның алдыңғы түйіспесінің шетіне дейін n ұзындығы өлшеніп алынады. Аталған нүктелер бекітіледі.

Бүйірлік жолдарды межелегенде бұрыш өлшейтін құралдар (теодолит, гониометр, бұрышты өлшейтін аспаптар) қолданылады, ал олар болмаса, бүйірлік жолдың бағыты жоғарыда көрсетілген тәртіппен анықтайды (сурет 1).

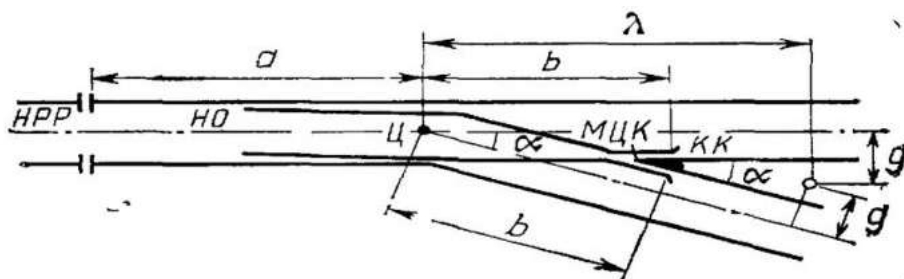
Бағытты айқаспамен жалғастыратын және бүйірлік жолға апаратын, бұрма қисығы үшкілдің түбірінен басталады және айқаспаның математикалық ортасы алдынан біршама қашықтықта аяқталады. Бұрма қисықтары бір, немесе бірнеше радиустармен сұлбаланады. 1/11 маркалы бағыт бұрмаларда ол 300 м радиуспен, 1/9 маркалы бұрмаларда – 300 және 200 м радиуспен, Р50, Р65 түрлі 1/9 маркалы симметриялық бұрмада – 765, 500 және 400 м үш радиуспен сұлбаланады.



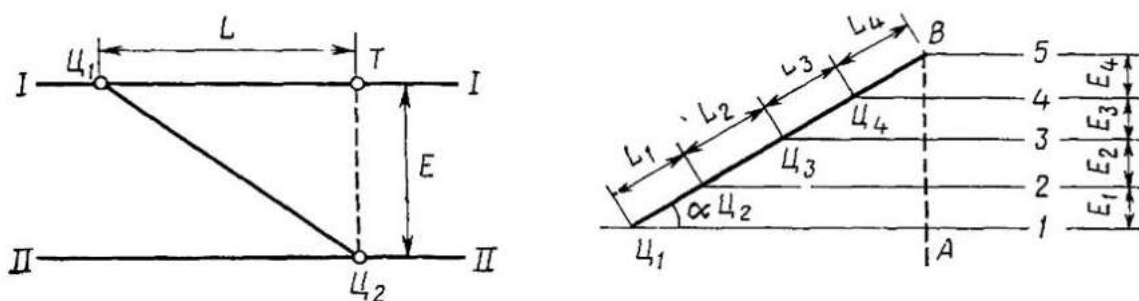
Сурет 1 – Типі Р65, маркасы 1/11 қарапайым бағыттық бұрманың параметрлері

Бұрма қисығының сыртқы желісі түзу жолдың сыртқы рельсінің жұмысшы қырынан бастап жанама жолдың сыртқы рельсінің жұмысшы қырына дейін өлшенетін белгілер

бойынша үшкіл түбірі түйіспесінен бастап нүктелерде әр 2 м сайын қойылады. Бұрма қисығының ішкі желісі үлгі бойынша қойылады. (сурет 1, сурет 2, сурет 3, сурет 4).



Сурет 2 – Қарапайым оң бағыт бұрмасы



Сурет 3 – Бағыттық бұрмалар көшелері

Қалыптағы ауыспаның мөлшерлерінің есебі. Бұрмалар арасындағы түзу қыстырманы ұзындығы $И$ және теориялық ұзындық L_t , толық ұзындық L_n мына формула бойынша анықталады:

$$L_t = E/\operatorname{tg} \alpha = EN; \quad L_n = L_t + 2a; \quad u = E/\sin \alpha - 2b$$

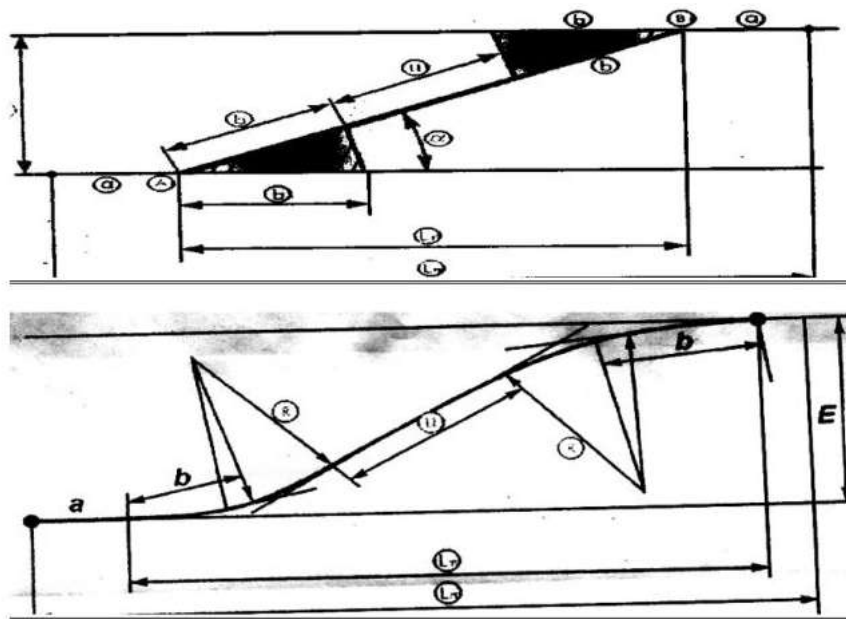
мұндағы E – жол көшірлері аралығының қашықтығы;

a – айқаспа бұрышы;

N – айқаспа маркасының көрсеткіші;

a – жанама рельстердің алдыңғы түйіспесінен бағыт бұрманың ортасына дейінгі қашықтық;

b – бағыт бұрманың ортасынан айқаспаның құйрығындағы түйіспеге дейінгі қашықтық.



Сурет 4 – Қалыптағы ауыспа сұлбасы

Қысқартылған ауыспа (сурет 4) үлкен жоларалық қашықтықтарда E , ауыспаның ең қысқа ұзындығын L_n алу үшін қолданылады. Ол үшін айқаспа шет арасындағы қосатын жол түзу қыстырмамен u бөлінген екі кері қисықтардан құралады. Осы ауыспада айқаспа межелісінің арасына радиусы 20 м кем емес кері қисықтар және түзу қоспалы 15 м кем емес қыстырма u орнатылады.

Тар жағдайларда төселетін, ұзындығы W_n қалыпты қиылысты ауыспа – бұл екі қалыпты ауыспаның қиылысуы. Мұндай ауыспа $1/N$ маркалы кәдімгі төрт бағыт бұрмадан және $2/N$ маркалы тұйық қиылыстан тұрады.

Әдебиеттер

1. Қалыбеков Т. Геодезия мен топография негіздері. – Алматы, 1993.
2. Визгин А.А., Ганышин В.Н. Инженерная геодезия. – Москва: «Высшая школа», 1985.
3. Дементьев В.Е. Современная геодезическая техника и её применение. – Москва: «GAUDEAMUS», 2008.
4. Радионов В.И., Волков Н.В. Задачник по геодезии. – Москва: «Недра», 1988.
5. Недешева Л.П., Хренов Л.С. Практикум по геодезии. – Москва: «Высшая школа», 1974.

References

1. Kalybekov T. fundamentals of Geodesy and topography. – Almaty, 1993.
2. Vizgin A.A., Ganshin V.N. engineering Geodesy. – Moscow: "Higher School", 1985.
3. Dementyev V.E. modern geodesic technology and its application. – Moscow: "GAUDEAMUS", 2008.
4. Rodionov V.I., Volkov N.V. Task on Geodesy. – Moscow: Nedra, 1988.
5. Nedesheva L.P., Khrenov L.S. Workshop on Geodesy. – Moscow: "Higher School", 1974.

КАРАСАЙ С.Ш. – к.т.н., доцент (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

ДАЙРБЕКОВ Г.И. – ст. преподаватель (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

ИМАНКОЖА М.Г. – магистрант (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ НА ТРАССЕ. УЛИЦА МАРШРУТНЫХ ОТВОДОВ.

Аннотация

Высотные значения геодезических знаков, крепящихся к территории строительства, определяют с помощью высотных значений геодезических знаков высшего класса, основывают на двух или трех реперов высшего класса. В результате образуется сетка геодезических высотных знаков с несколькими узловыми реперами.

Ключевые слова: измерение интервала с помощью приборов, называют «косвенное измерение»; приборы для измерения расстояния, оптические и электронные, подразделяют на две группы; оптические приборы делят на две группы: «постоянный параллактический угол и постоянный базис».

KARASAI S.Sh. – c.t.s., assoc. professor (Almaty, Kazakh university ways of communications)

DAIRBEKOV G.I. – senior lecturer (Almaty, Kazakh university ways of communications)

IMANKOZHA M.G. – master's student (Almaty, Kazakh university ways of communications)

DETERMINING THE LOCATION OF ROUTE TURNS ON THE ROUTE. STREET OF DIRECTIONAL TURNS.

Abstract

The height values of the stakes attached to the construction site are determined using the height values of the upper class stakes, based on two or three, higher class stakes. As a result, a grid of geodesic height piles with several nodular piles is formed.

Key words: "indirect measurement" - means measuring the interval; divided into two groups - optical and electronic devices for measuring the interval; divided into two groups - "constant parallax angle and constant basis" - means measuring the interval.

УДК 338.22

ЕСТЕКОВА К.Ж. – к.т.н., доцент (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

ЕСТЕКОВА Г.Б. – к.э.н., PhD (г. Алматы, Казахстанско-Британский технический университет)

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ОТРАСЛИ ПО ТРАНСПОРТИРОВКЕ УГЛЕВОДОРОДОВ

Аннотация

Транспортировка нефти является стратегически важным направлением стабилизации экономики республики Казахстан. Цель статьи – проведение стратегического анализа через оценку факторов, влияющих на развитие отрасли:

изменение цены на нефть, тарифы на транспортировку нефти, изменение курса национальной валюты, доступ к современным технологиям, уровень оплаты отечественных и привлекаемых специалистов. Рассматриваемые проблемы отрасли позволят повысить эффективность развития.

Ключевые слова: транспортировка нефти, трубопроводы, нефтеперерабатывающие заводы, запасы, добыча нефти.

Казахстан обладает огромными подтвержденными запасами нефти и газа. Для транспортировки углеводородов в республике используется около 10715 км нефте- и газопроводов. Тем не менее перед страной сегодня стоит ряд нерешенных проблем, связанных с поставкой нефти на внутренний и международный рынки. Проблемы, касающиеся внутреннего рынка, заключаются в том, что большинство запасов и основные объемы добычи нефти сосредоточены на западе, в то время как ее потребители (крупные города и промышленные центры) находятся на юго-востоке и индустриальном севере. Как наследие советской экономической системы, добываемая на западе нефть транспортируется через Россию на мировые рынки, а внутренняя потребность на востоке удовлетворяется путем импорта из Сибири. Кроме того, большинство из существующих трубопроводов были построены несколько десятилетий назад и предназначались для реализации целей бывшего Советского Союза, а не Казахстана, как независимого государства [1].

Стабильность транспортировки нефти обеспечивает бесперебойную работу нефтеперерабатывающих заводов, обеспеченность внутреннего рынка горючим, срыв поставок нефти на нефтеперерабатывающие заводы, в свою очередь может повлечь взрыв социальной напряженности и коллапс экономики, стабильность транспортировки нефти существенная составляющая национальной безопасности Республики Казахстан.

В Казахстане транспортировка нефти, в основном, приходится на долю трубопроводного транспорта, который является самым дешевым и экологически безопасным способом. Более 80% добываемой нефти в Казахстане отгружается на экспорт, в основном, трубопроводным транспортом, оставшаяся часть поставляется на внутренний рынок для переработки [2].

Влияние государства на отрасль является определяющим, так как, оно регулирует законодательную базу, согласовывает тарифы (а соответственно влияет на прибыль) на транспортировку, определяет предъявляемые к отрасли требования, и общую среду существования отрасли, задает правила игры.

Факторы, влияющие на отрасль:

- Экономический фактор, включает в себя общее состояние мировой экономики и состояние экономики государства. Значительное влияние на отрасль имеет изменение курса национальной валюты, так как основная часть оборудования и технологий в отрасли импортируется из-за рубежа, как правило, это влияние негативное, наблюдается непрерывное ослабление национальной валюты относительно доллара США. Также, большое значение имеет изменение цены на нефть, тарифы на транспортировку нефти напрямую коррелируются с ней. Падение цены на нефть также влечет за собой падение привлекательности отрасли нефтедобычи, инвестирования в разведку новых месторождений, а впоследствии падение уровня добычи и естественным образом объемов транспортировки нефти. К этому же фактору можно отнести уровень оплаты труда работников, товаров и услуг, который накладывает значительный отпечаток на деятельность компаний и напрямую влияет на размер извлекаемой прибыли.

- Технологический фактор. Доступ к современным технологиям также играет важную роль. На территории страны для отрасли не производится оборудование, не разрабатываются необходимые технологии. Для управления технологическими процессами, а также для защиты людей и дорогостоящего оборудования от техногенных

аварий применяются зарубежные программируемые логические контроллеры, закупается разного рода программное обеспечение, в том числе позволяющее подбирать наиболее эффективные режимы перекачки и моделировать весь процесс транспортировки нефти с учетом эксплуатируемого оборудования и рельефа местности.

- Социокультурный фактор также очень важен. В Казахстане действует комплексная система привлечения иностранной рабочей силы – система квотирования квалифицированной иностранной рабочей силы и трудовых иммигрантов, многоступенчатая система выдачи рабочих разрешений. Привлечение иностранных специалистов всегда сопряжено с повышением уровня затрат, по нескольким причинам, уровень оплаты их труда может быть на порядок выше, чем местного населения, необходимо создать условия для комфортного проживания привлекаемого сотрудника и его семьи. Возникают риски социальной напряженности.

Проблемы развития отрасли. Традиционно практически вся добываемая в Казахстане нефть экспортируется через территорию Российской Федерации, и в 2017 году порядка 95% экспорта казахстанской нефти шло транзитом через территорию Российской Федерации по нефтепроводам Каспийского Трубопроводного Консорциума («КТК») и «Атырау – Самара», а также железнодорожным транспортом [3].

Необходимо отметить, что в октябре 2017 года «КТК» завершил работы в рамках Проекта расширения пропускной способности нефтепровода «КТК» на территории Республики Казахстан, что позволило увеличить пропускную способность казахстанского участка до 53,7 млн. тонн нефти в год. В этой связи большая часть добываемой нефти на месторождениях Карачаганак, Тенгиз и Кашаган направляется на экспорт по нефтепроводу «КТК». В 2017 году на «КТК» пришлось более 70% общего объема экспорта казахстанской нефти.

В последние годы наблюдается снижение объемов транспортировки казахстанской нефти по нефтепроводу «Атасу – Алашанькоу», обеспечивающему экспорт нефти в КНР. Так, в 2017 году объем экспорта по данному нефтепроводу составил 2,3 млн. тонн нефти в год, что на 26% ниже показателя 2016 года [4]. Ресурсная база данного нефтепровода складывается из объемов добычи Кумкольского и Актюбинского регионов, которая в настоящее время снижается.

Как ожидается, дальнейший прирост добычи будет происходить в основном за счет месторождений Тенгиз и Кашаган, ориентированных на нефтепровод «КТК». Принимая во внимание наибольшую экономическую привлекательность экспорта нефти через систему «КТК», остальные добывающие компании Казахстана, имеющие доступ к мощностям данного нефтепровода, будут стремиться к его использованию.

В текущей ситуации можно выделить следующие основные тенденции, которые в перспективе могут повлиять на развитие отрасли.

Ключевым внешним фактором, оказывающим влияние на ситуацию в нефтегазовой отрасли, включая сектор транспортировки нефти, стало падение мировых цен на нефть, которое было обусловлено, в том числе, рядом фундаментальных причин, таких как: снижение темпов роста мирового спроса на нефть; перенасыщение рынка за счет прироста добычи со стороны США, Ирака, Ливии; отказ стран ОПЕК (прежде всего Саудовская Аравия) от балансирования рынка через сокращение добычи.

Переход к свободно плавающему курсу тенге. Изменение экономической ситуации в Республике Казахстан повлекло за собой существенное снижение курса национальной валюты относительно доллара США. Ослабление курса национальной валюты оказывает негативное влияние на расходы и капитальные вложения, которые имеют значительную импортную составляющую.

Изменение тарифного регулирования. В соответствии с Законом Республики Казахстан от 5 мая 2015 года «О внесении изменений и дополнений в некоторые законодательные акты Республики Казахстан по вопросам естественных монополий и

регулируемых рынков» из сферы естественных монополий исключены услуги по транспортировке нефти в целях транзита через территорию Республики Казахстан и экспорта за пределы Республики Казахстан.

Профицит трубопроводных мощностей. Согласно Прогнозу добычи нефти по Республике Казахстан на период 2017-2030 годы объем добычи нефти при сценарии 50 долларов США за баррель увеличится до 87,0 млн тонн в 2020 году, в основном за счет роста добычи нефти на Кашагане [5]. Объем внутреннего потребления прогнозируется на уровне 18,5 млн тонн. Соответственно объем экспорта вырастет до 68,5 млн тонн в год.

Ограниченность доступа западно-казахстанской нефти на нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ). Несмотря на то, что в ближайшей перспективе наблюдается профицит экспортных трубопроводных мощностей, имеются узкие места по поставке нефти на внутренний рынок.

Расширение нефтепровода «КТК». В связи с тем, что некоторые участники Соглашения о разделе продукции по Северному Каспию, в частности Exxon Mobil, Shell и КМГ-КашаганBV, имеют приоритетные права на пропускные мощности в нефтепроводе «КТК», можно предположить, что большая часть добытой нефти на месторождении Кашаган, может быть направлена по нефтепроводу «КТК».

Возможное ухудшение геополитической обстановки. Казахстан находится между двумя усиливающимися центрами силы в лице КНР и РФ, наша страна может стать разменной монетой в игре крупных игроков, Казахстан является мягким подбрюшьем и для КНР, и для РФ. На примере России можем наблюдать, что внешнеполитическая напряженность с геополитическими противниками может повлечь для компаний значительные сложности, попадание в санкционные списки несут за собой проблемы с доступом к заемному капиталу, аресту средств на счетах и зарубежных активов. Политическое давление на инвесторов может вынудить их к выводу своих инвестиций из страны, и в последствие повлечь падение курса национальной валюты, соответственно, удорожание или невозможность приобретения необходимого иностранного оборудования и технологий. Также изменение геополитической обстановки может ограничить доступ к технологиям, используемым в процессе производственной деятельности.

Отрасль транспортировки нефти является мостом отраслью добычи нефти и ее переработки. Нефть, добытая на месторождения, должна быть транспортирована до ее потребителя, потребитель нефти, в свою очередь, ищет пути для транспортировки необходимого ему ресурса самым надежным и дешевым способом. Казахстану как государству, не имеющему морских границ, необходима хорошо развитая система транспортировки. Существующая трубопроводная инфраструктура не удовлетворяет в долгосрочном плане растущие потребности страны в транспортировке углеводородов как на внутренний, так и на международный рынки.

По мнению экспертов, на преобладающем большинстве добывающих предприятий обеспеченность разведанными запасами достигла критически низкого уровня: стратегический резерв многих видов сырья на действующих месторождениях является малонадежным [6]. Также нельзя скидывать со счетов различные возможные причины остановки работы месторождений, которые могут привести к невыполнению Казахстаном контрактов по добыче и транспортировке нефти. Среди данных причин можно в первую очередь, назвать угрозу террористических актов, забастовок, сговор иностранных компаний и т.д. В условиях, когда одной из главных проблем для мирового сообщества стала проблема безопасности в самых разных аспектах ее понимания, включая проблему энергетической безопасности, Казахстан становится ключевым игроком глобальной экономики.

Литература

1. **Обзор нефтегазовых трубопроводов Казахстана** // Деловой журнал «Казахстан». – 2001. – №3/4.
2. Отчет по анализу отрасли. АО «Казахский институт нефти и газа». – Нур-Султан, 2019.
3. Ниязбекова Ш.У., Назаренко О.В. Современное состояние и перспективы развития нефтегазового сектора Республики Казахстан. // Вестник Московского университета имени С.Ю. Витте. – Серия 1: Экономика и управление. – 2018. – № 4 (27).
4. Энергетическая политика АО «КазТрансОйл» https://kaztransoil.kz/ru/o_kompanii/istoriia_razvitiia
5. Национальный энергетический доклад KAZENERGY 2019 <https://www.kazenergy.com/ru/analyst/190/>
6. Джантуреева Э. Нефтегазовый комплекс: запасы, добыча, инвестиции. // Kazakhstan. – 2014. – № 5.

References

1. Overview of Kazakhstan's oil and gas pipelines // Business magazine "Kazakhstan". – 2001. – №3/4.
2. Industry Analysis Report. JSC "Kazakh Institute of Oil and Gas". – Nur-Sultan, 2019.
3. Niyazbekova Sh.U., Nazarenko O.V. The current state and prospects of development of the oil and gas sector of the Republic of Kazakhstan. // Bulletin of the S.Y. Witte Moscow University. – Series 1: Economics and Management. – 2018. – № 4 (27).
4. Energy Policy of KazTransOil JSC https://kaztransoil.kz/ru/o_kompanii/istoriia_razvitiia
5. KAZENERGY 2019 National Energy Report <https://www.kazenergy.com/ru/analyst/190/>
6. Dzhantureeva E. Oil and gas complex: reserves, production, investments. // Kazakhstan. – 2014. – No. 5.

ЕСТЕКОВА К.Ж. – т.ғ.к., доцент (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

ЕСТЕКОВА Г.Б. – э.ғ.к., PhD (Алматы қ., Қазақстан-Британ техникалық университеті)

КӨМІРСУТЕКТЕРДІ ТАСЫМАЛДАУ САЛАСЫН ТҮРАҚТЫ ДАМЫТУ

Аңдатпа

Мұнай тасымалдау Қазақстан Республикасының экономикасын тұрақтандырудың стратегиялық маңызды бағыты болып табылады. Мақаланың мақсаты – саланың дамуына әсер ететін факторларды бағалау арқылы стратегиялық талдау жүргізу: мұнай бағасының өзгеруі, мұнай тасымалдау тарифтері, ұлттық валюта бағамының өзгеруі, заманауи технологияларға қол жеткізу, отандық және тартылатын мамандардың төлем деңгейі. Саланың қаралып отырған проблемалары даму тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: мұнай тасымалдау, құбырлар, мұнай өңдеу зауыттары, қорлар, мұнай өндіру.

ESTEKOVA K.Zh. – c.t.s., assoc. professor (Almaty, Kazakh university ways of communications)

ESTEKOVA G.B. – c.e.s., PhD (Almaty, Kazakh-British technical university)

SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE HYDROCARBON TRANSPORTATION INDUSTRY

Abstract

Oil transportation is a strategically important direction of stabilization of the economy of the Republic of Kazakhstan. The purpose of the article is to conduct a strategic analysis through the assessment of factors affecting the development of the industry: changes in oil prices, tariffs for oil transportation, changes in the exchange rate of the national currency, access to modern technologies, the level of payment of domestic and attracted specialists. The considered problems of the industry will increase the efficiency of development.

Keywords: oil transportation, pipelines, refineries, reserves, oil production.

УДК 621.39.075

ДАРАЕВ А.М. – к.т.н., доцент (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

АКАНОВА Ж.Ж. – к.т.н., доцент (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

ЧУКЕНОВА Э.С. – магистр, ст. преподаватель (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

ИССЛЕДОВАНИЕ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ BEIDOU И ЕЕ СРАВНЕНИЕ С GPS

Аннотация

Целью данной статьи было исследование спутниковой навигационной системы BeiDou (КНР), ее развитие и сравнение с системой GPS: технические характеристики систем, точность навигации, основные предоставляемые услуги и недостатки систем.

Ключевые слова: спутниковые системы радионавигации, BeiDou, GPS, дифференциальные координаты, параметры сигналов, измерение дальности.

XXI первый век ознаменовался новыми достижениями китайской науки и техники. Китайское государство вступило в клуб мировых космических держав.

К работе над проектом «Бэйдоу» Китай приступил в 2000 году. Систему разрабатывали с целью решения задач в области национальной безопасности, а также в сфере народного хозяйства страны. Первый навигационный спутник был выведен на орбиту в 2007-м; до этого было проведено несколько экспериментальных запусков. Опытная эксплуатация китайской космической радионавигационной системы (КРНС) «Бэйдоу/Компас» началась 27 декабря 2011 года (Beidou означает «Северный ковш», или «Большая Медведица»). В настоящее время в зону охвата КРНС «Бэйдоу/Компас» попадают только Китай и прилегающие территории, поскольку в состав орбитальной группировки «Бэйдоу» входят 10 спутников.

Успехи КНР в реализации проекта по развертыванию системы Beidou впечатляют. В прошлом году на орбиту были выведены пять навигационных КА, и к 2013 году в околоземном пространстве находилось уже 16 спутников (сравните с четырьмя аппаратами Galileo). При этом изначально планировалось, что к 2015 году будет выведено

только 12 КА. Так что проект идет со значительным опережением. Сейчас с помощью «Бэйдоу» можно определить координаты объекта с точностью до 10 м. Время синхронизации сигнала составляет около 50 нс. Пока система действует только в своем регионе, но выход ее на мировой рынок запланирован не позднее 2020 года, когда в космосе окажутся уже 35 китайских КА.

В отличие от GPS, ГЛОНАСС и Galileo, система «Бэйдоу» использует геостационарные спутники, что позволяет производить кластерное подключение территорий и обеспечивать постоянное полное покрытие выбранной части земной поверхности. Отметим, что сегодня Китай – это мощнейшая космическая держава. В стране работают три космодрома и еще один появится к 2015 году. КНР использует и собственные ракеты-носители класса «Чаньчжэн» («Великий поход») на твердом топливе.

Кроме четырех вышеупомянутых навигационных систем, претендующих на «мировое господство», есть еще два региональных проекта – индийский IRNSS (Indian Regional Navigation Satellite System) и японский QZSS (Quasi-zenith satellite system). Первая будет покрывать только территорию Индии и состоять из семи спутников (первый спутник запущен 1 июля 2013 года, седьмой планируется вывести на орбиту в 2015-м), вторая, соответственно, Японии (всего три спутника, последний из которых будет запущен в 2013 году).

Китайская национальная навигационная система «Бэйдоу» (BeiDou, COMPAS) продолжает развиваться и становится все ближе к конечному потребителю во всем мире. Так, на днях впервые были обнародованы данные о стандартах публичного предоставления услуг. В официальном пресс-релизе, опубликованном на сайте «Бэйдоу», сообщается, что точность позиционирования системы для гражданских пользователей составит 10 м, а точность синхронизации и скорости – 20 нс и 0,2 м/с соответственно. В свою очередь, навигационные системы ГЛОНАСС и GPS обеспечивают точность позиционирования в 2,8 м и 2 м соответственно с дальнейшей тенденцией к повышению точности в связи с вводом в строй более совершенных космических аппаратов и повышением точности применяемых атомных часов.

Напомним, эксплуатация системы началась в Азиатско-Тихоокеанском Регионе в декабре 2012 года. В соответствии с планом развития система будет полностью развернута к 2020 году. К этому времени в ее состав должны войти 5 геостационарных спутников, 27 спутников на средних орбитах и 3 аппарата на геосинхронных орбитах.

По словам представителей «Бэйдоу», публикация стандартов необходима для реализации использования системы в международной гражданской авиации, морских и сухопутных грузоперевозках, в других сферах, а также важна для объективной оценки возможностей со стороны потребителя.

Китайская СНС «Бэйдоу» на базе спутников первого поколения (три геостационарных КА) была развернута в 2000-2003 годах, и находилась в эксплуатации около 10 лет. В ней применялся запросный способ определения местоположения, а точность позиционирования составляла десятки метров.

В 2007 году в Китае началось развертывание системы второго поколения на базе КА семейства «Бэйдоу-2». В течение пяти лет на орбиты были выведены 16 спутников, 14 из которых находятся в работоспособном состоянии. Четыре ИСЗ (искусственные спутники земли) («Бэйдоу-2М») размещены на круговых орбитах высотой около 21 500 км с наклоном 55° и периодом обращения 12 ч 53 мин, пять («Бэйдоу-20») – на геостационарной орбите и четыре («Бэйдоу-2IGSO») на геосинхронных 24-часовых орбитах с наклоном 55°.

В таком составе орбитальная группировка обеспечивает навигационные услуги на территории страны и в районе с координатами 55° с.ш. – 55° ю.ш., 80-160° в.д. с точностью 10-15 м.

Бортовые передатчики КА семейства «Бэйдоу-2» излучают на трех частотах, L-диапазона, пять навигационных сигналов с видом модуляций QPSK, в том числе два открытых и три защищенных.

В текущем году планируется приступить к созданию системы третьего поколения на базе КА семейства «Бэйдоу-3», которая к 2020 году должна иметь глобальную зону обслуживания и предоставлять навигационные услуги с точностью не хуже 10 м. В составе космического элемента намечается иметь 27 аппаратов на круговых орбитах высотой около 21 500 км, пять КА на геостационарной и три на наклонных геосинхронных орбитах.

Бортовые передатчики будут излучать 11 сигналов (6 открытых и 5 защищенных) на трех частотах L-диапазона, при этом 6 из них будут содержать навигационные данные, а 5 использоваться только для измерения дальности. Несущие частоты двух радиолоний должны быть изменены. Так, сигналы В1 планируется передавать на несущей частоте 1575,42 МГц (вместо 1561,1 МГц), используемой в СНС «НАВСТАР» (L1). а сигналы В2 – на частоте 1191,795 МГц (вместо 1207,14 МГц), выделенной также для европейской системы «Галилео» (E5).

Параметры гражданских сигналов «BeiDou»:

- Несущая частота – от 1191,795 МГц до 1561,098 МГц;
- Разделение сигналов – стандарт CDMA;
- Модуляция – QPSK. MBOC (6.1.1/11) AltBOC (15/10);
- Тактовая частота кода – 2.046 МГц и 1.023 МГц.

Таблица 1 – Основные характеристики спутников «BeiDou»

Основные характеристики спутников КРНС «BeiDou»			
	«BeiDou-G»	«BeiDou-IGSO»	«BeiDou-M»
Базовый спутник	DFH-3B	DFH-3B	DFH-3
Масса, кг	4 600	4 200	2 200
Масса топлива, кг	3 050	2300	2160
Мощность силовой установки, Вт	6 800	6 200	3 000
Жизненный цикл, лет	8	8	8

Власти Китая намерены расширить партнерские связи за счет КРНС «Бэйдоу». После выхода системы на полную мощность в 2020 году зона ее покрытия будет включать регионы Юго-Восточной Азии, часть Южной и Средней Азии, а также отдельные регионы России.

Таблица 2 – Развертывание системы «BeiDou»

Развертывание китайской радионавигационной системы «BeiDou»						
Дата	Ракета-носитель	Спутник	NORAD ID	Орбита, координаты*	Статус	Система
30.10.2000	CZ-3A	«BeiDou-1A»	26599	ГСО, первоначально 140,0° в.д., на 28,11.2010 – 58,75° в.д.		«BeiDou-1»
20.12.2000	CZ-3A	«BeiDou-1B»	26643	ГСО, 80,5° в.д.		

24.05. .2003	CZ-3A	«BeiDou-1C»	27813	ГСО, 110,5° в.д.	Действую щий	«BeiDou-2» или «Компас»
02.02. .2007	CZ-3A	«BeiDou-1D»	30323	ГСО, первоначально 140,5° в.д.	с 18.02.2009 не исполъ зуется	
13.04. .2007	CZ-3A	«BeiDou-M1»	31115	Круговая, период обращения 12,89 ч	Коррекция частот	
14.04. .2009	CZ-3C	«BeiDou-G2»	34779	Неконтролируемая		
16.01. .2010	CZ-3C	«BeiDou-G1»	36287	ГСО, первоначально 160,0° в.д., с 22.02.2010 – 144,5° в.д.	Действую щий	
02.06. .2010	CZ-3C	«BeiDou-G3»	36590	ГСО, 84,0° в.д.	Действую щий	
31.07. .2010	CZ-3A	«BeiDou-IGSO-I»	36828	НГСО, 118° в.д., 55,0° (накл.)	Действую щий	
31.10. .2010	CZ-3A	«BeiDou-C4»	37210	ГСО, 160,0° в.д.	Действую щий	
17.12. .2010	CZ-3A	«BeiDou-IGSO-2»	37256	НГСО, 118° в.д., 55,0° (накл.)	Действую щий	
09.04. .2011	CZ-3A	«BeiDou-IGSO-3»	37384	НГСО, 118° в.д., 55,0° (накл.)	Действую щий	
26.07. .2011	CZ-3A	«BeiDou-IGSO-4»	37763	НГСО, 80-112° в.д., 55,0° (накл.)	Действую щий	
02.12. .2011	CZ-3A	«BeiDou-IGSO-6»	37948	НГСО, 79-110° в.д., 55,2° (накл.)	Действую щий	
Принятые сокращения: ГСО – геостационарная орбита, НГСО – наклонная геосинхронная орбита.						

Вклад BDS для пользователей из Китая и всего мира является общепризнанным. Система будет полнофункциональной и предоставлять услуги для пользователей по всему миру предположительно к 2020 году.

Развертывание системы.

Развиваясь далее, в 2016 году будут запущены новые спутники для дополнения существующего созвездия, в то время как региональные эксплуатационные возможности будут модернизированы и расширены до международного уровня. В общей сложности, к 2020 году должно быть запущено около 40 спутников.

Текущая производительность системы.

Точности определения по одночастотным наблюдениям в плане, по высоте и в пространстве достигнуты на уровне менее 10 метров, 10 метров, и 14 метров соответственно. Точность синхронизации времени – менее 50 наносекунд. Точность определения скорости – менее 0,2 метра в секунду. Точность дифференциального решения по фазе, несущей составляет около 2-3 сантиметров. В течение прошлого года система BDS постоянно улучшалась и расширялась, а её эксплуатационные характеристики в некоторых регионах значительно превосходили показатели, приведённые ранее.

Содействие в применении.

Использование BDS играет важную роль в Китае, особенно в области продвижения науки и техники. Китайские учёные и инженеры осознанно и с энтузиазмом восприняли

появление независимой навигационной спутниковой системы и сделали большой шаг вперед в области исследований и развития навигационных спутниковых технологий, а также новых достижений в производстве навигационных микросхем, антенн, терминалов и интегрированных услуг.

В 2012 году общий объем производства промышленности китайской спутниковой навигации и услуг, связанных с определением местоположения достиг 81 млрд. юаней (что эквивалентно 13,2 млрд. долларов), что составляет 8 процентов отрасли во всем мире. В конце 2012 года число устройств BDS для гражданского использования составило 230 000 единиц, а значение общего объема производства отрасли, связанной с BDS было близко к 4 млрд. юаней (652 млн. долларов), что составляет около 5 процентов от совокупного национального продукта.

Политика Китая, направленная на расширение применения спутниковой навигации, находится на стадии разработки. Был издан среднесрочный и долгосрочный планы развития национальной спутниковой навигационной промышленности. Спутниковая навигация стала одной из новых отраслей промышленности, имеющей стратегическое значение. BDS двигает спутниковую навигацию Китая и отрасль, связанную с определением местоположения в новую эру. На рисунке 1 показано распределение видимых на орбите спутников «BeiDou».

Международное сотрудничество.

Китай отстаивает и придерживается концепции «BeiDou для Китая и для всего мира», выступая за совместимость и взаимодополняемость всех навигационных спутниковых систем, и стремится стимулировать глобальное применение навигационных спутниковых систем. Для того, чтобы пользователи могли пользоваться более надежными и достоверными сервисами спутниковой навигации, BDS присоединился к международному сообществу мониторинга и определения качества GNSS. Используя станции слежения по всему миру, международный обмен наблюдениями, проводя совместные исследования по оценке, BDS стремится предложить достоверные данные мониторинга, оценки и данные пользователям.

Для более оперативного достижения предусматриваемой зоны покрытия BDS, была инициирована кампания по применению, демонстрации и испытанию системы «BeiDou». Были начаты «Тур BeiDou по Азиатско-Тихоокеанскому региону» и «Тур BeiDou по странам АСЕАН» для ускорения применения спутниковых навигационных систем во многих странах. Для популяризации спутниковых навигационных технологий, в частности, расширения её признания и применения в развивающихся странах, BDS обеспечивала академическое образование, краткосрочное обучение и тематические лекции при поддержке Международного центра GNSS по обмену и обучению.

Китай также проводит ежегодную конференцию по спутниковой навигации, активно участвует в международных мероприятиях по обмену в области спутниковой навигации и способствует научному обмену, проведению форумов высокого уровня и популяризации знаний.

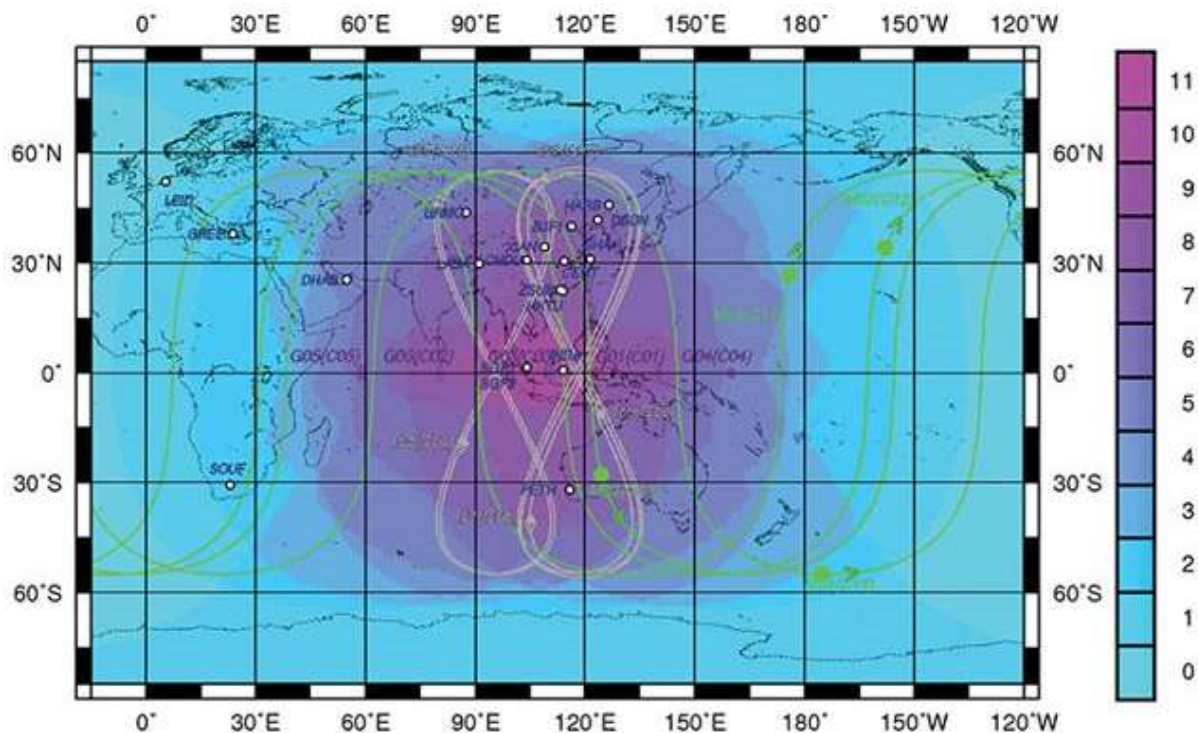


Рисунок 1 – Распределение видимых на орбите спутников «BeiDou»

Взгляд в будущее.

BDS активно заинтересована в:

- создании навигационно-спутниковых систем дифференциальной коррекции в Азиатско-Тихоокеанском регионе и во всем мире, разработке более эффективного обслуживания для обеспечения дециметрового уровня точности в реальном времени и сантиметрового уровня точности в результате постобработки;
- создании сертификационно-испытательных центров качества продукции спутниковой навигации;
- ускорении разработки норм и прав интеллектуальной собственности;
- присоединению к международным организациям, таким как Международная Организация Гражданской Авиации (ICAO), Международная Морская Организация (IMO), консорциум, разрабатывающий спецификации для мобильной телефонии (3GPP);
- укреплении совместимости и взаимодействия с другими навигационными спутниковыми системами;
- содействии по применению BDS/GNSS в транспорте, энергетике, управлении, финансах, телекоммуникациях, для уменьшения опасности стихийных бедствий, оказания помощи и т.д., чтобы реализовать цели BDS по служению миру и человечеству.

BDS будет в полной мере использовать уникальные преимущества навигации, связи, и сервисов дифференциальной коррекции для улучшения собственной службы коротких сообщений (SMS), а также предоставления оперативных возможностей позиционирования и синхронизации. BDS эффективно интегрирует спутниковые и наземные системы дифференциальной коррекции и настаивает на внедрении совместимости и взаимодополняемости между различными GNSS. Это обеспечит её органичную интеграцию с мобильной связью, сервисами позиционирования, Интернетом, высокое качество, надёжную и эффективную работу для экологического и социального развития, общественной безопасности, и индивидуальных пользователей.

Современные GNSS приемники Trimble поддерживают прием сигналов спутников системы «BeiDou» с возможностью постобработки полученных данных и работой в режиме RTK: R10 и R8-4 – в стандартной комплектации, R6-4 и R4-3 – опционально.

В характеристиках китайской системы «Бэйдоу» указывается, что пользовательская ошибка по измерению дальности составляет 2,5 метра при 95% ZAOД (zero age of data). В то же время в характеристиках системы GPS эта цифра составляет 6 метров при 95% ZAOД и 7,8 метра при 95% AAOD (all ages of data). Означает ли это, что система «Бэйдоу» точнее, чем GPS? Не все так однозначно.

В декабре 2015 г. был представлен документ BeiDou Navigation Satellite System (BDS) Public (Open) Service Performance Standard. В нем описываются характеристики предоставляемых публичных сервисов в системе «Бэйдоу», включая такие показатели как зона обслуживания, точность, целостность, непрерывность и доступность (рисунок 2).

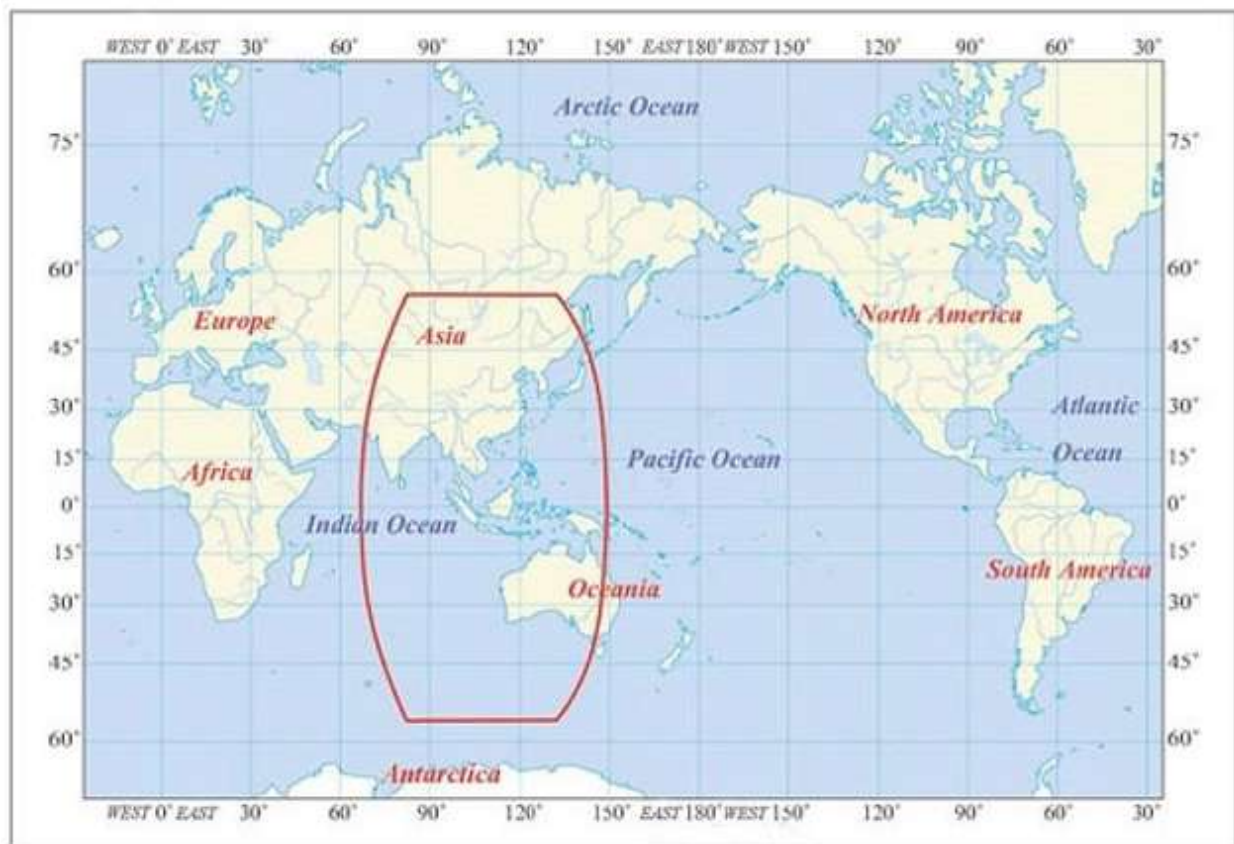


Рисунок 2 – Зона обслуживания спутников «BeiDou» на 2012 г.

Когда система «Бэйдоу» достигнет глобального уровня, который ожидается к 2020 году, она будет насчитывать 35 спутников: 5 геостационарных, расположенных над территорией Китая, 27 спутников, расположенных на средней околоземной орбите (МЕО), которые будут проделывать путь вокруг земного шара подобно GPS-спутникам, и 3 IGSO-спутника над Восточной и Юго-Восточной Азией. Краткое сравнение технологий GPS и BeiDou представлена в таблице 2.

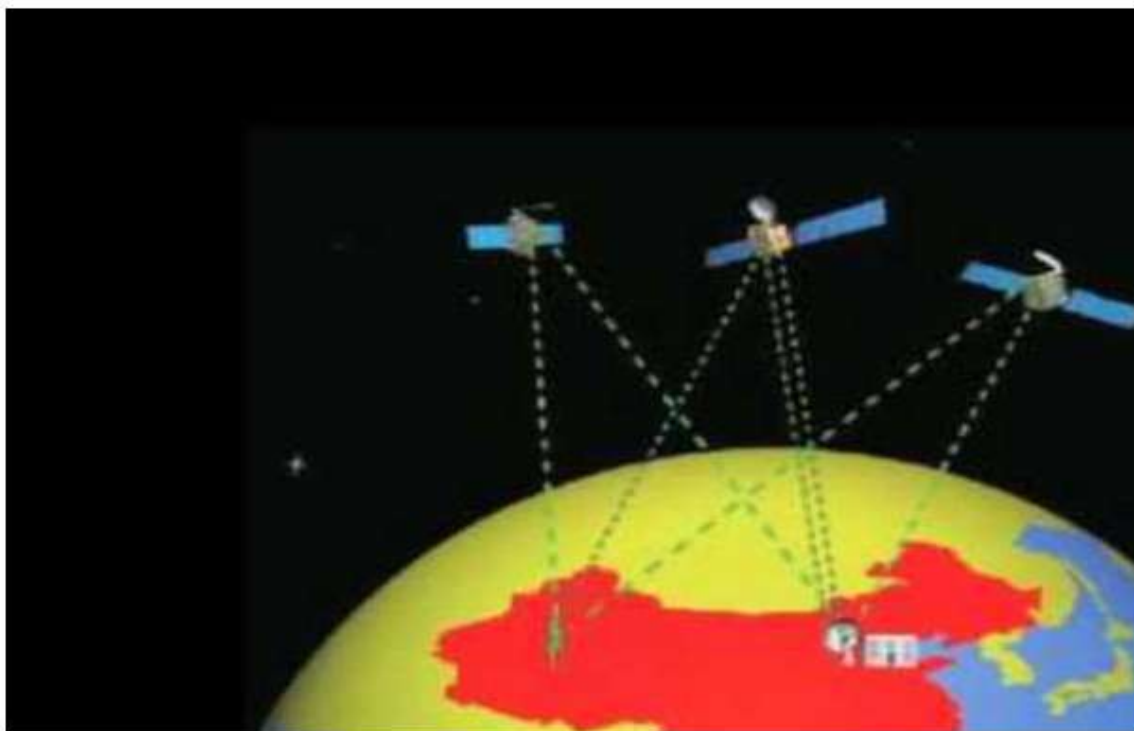


Рисунок 3 – Зона покрытия спутников «BeiDou» на 2015 г.

Таблица 2 – Сравнение технологий СРНС GPS и BeiDou (рус)

Стандарт	GPS	«BeiDou»
Точность URRE	6 м 95% ZAOD 7.8м 95% всех AODs	2.5 м ZAOD 95%
Точность URRE	0.006 м/с 95%	0.006 м/с 95%
Точность URRE	0.002 мм/с 95%	0.002 мм/с 95%
UTCОЕ	40 нс 95%	2 нс 95%
Только Внеплановые	0.9998/ч	0.994/ч
Заблаговременное уведомление	NANU 48 ч.	н/д
Внеплановое уведомление	Как можно быстрее после события	н/д
Наличие базового слота	0.957	н/д
PDOP > 6	98% глобальный 88% наихудший участок	98% глобальный
Доступность горизонтали	17 м 99% глобальный 90% наихудший участок	95% глобальный
Доступность по вертикали	37 м 99% глобальный 90% наихудший участок	95% глобальный

Точность по горизонтали 95%	9 м	10 м
Точность по вертикали 95%	15 м	10 м
Время перемещения 95%	40 нс	50 нс

Выводы.

К достоинствам системы можно отнести: наилучший показатель вертикально позиционирования, пользовательская ошибка по измерению дальности составляет 2,5 м при 95% ZAOD, а у GPS 6,5 м при 95% ZAOD.

К недостаткам можно отнести отсутствие предварительного оповещения о потере сигнала, и прерывистую работу сервиса.

Сравнение технологий показывает уверенный рост возможностей китайской системы СНС, а в перспективе BeiDou может занять лидирующие позиции в СНС среди мировых держав.

Литература

1. GPS // Википедия – [Электронный ресурс] : <https://ru.wikipedia.org/wiki/GPS>
2. Для чего нужна система GPS и что это такое – сайт посвященный мобильной и сотовой связи – [Электронный ресурс]: <http://mobileportal.hut.ru/index.htm>
3. http://novosti-kosmonavtiki.ru/forum/forum12/topic5092/?PAGEN_1=4

References

1. GPS // Wikipedia – [Electronic resource] : <https://ru.wikipedia.org/wiki/GPS>
2. What is a GPS system for and what is it – a website dedicated to mobile and cellular communications – [Electronic resource]: <http://mobileportal.hut.ru/index.htm>
3. http://novosti-kosmonavtiki.ru/forum/forum12/topic5092/?PAGEN_1=4

ДАРАЕВ А.М. – т.ғ.к., доцент (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

АҚАНОВА Ж. Ж. – т.ғ.к., доцент (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

ЧУКЕНОВА Э.С. – магистр, аға оқытушы (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

BEIDOU СПУТНИКТИК НАВИГАЦИЯЛЫҚ ЖҮЙЕСІН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ОНЫ GPS-ПЕН САЛЫСТЫРУ

Аңдатпа

Осы мақаланың мақсаты BeiDou (ҚХР) спутниктік навигациялық жүйесін зерттеу, оны дамыту және GPS жүйесімен салыстыру: жүйелердің техникалық сипаттамалары, навигация дәлдігі, негізгі көрсетілетін қызметтер және жүйелердің кемшіліктері болды.

Түйінді сөздер: радионавигацияның спутниктік жүйелері, BeiDou, GPS, дифференциалды координаттар, сигнал параметрлері, қашықтықты өлшеу.

DARAEV A.M. – c.t.s., assoc. professor (Almaty, Kazakh university ways of communications)

AKANOVA Zh.Zh. – c.t.s., assoc. professor (Almaty, Kazakh university ways of communications)

CHUKENOVA E.S. – master's degree, senior lecturer (Almaty, Kazakh university ways of communications)

STUDY OF THE BEIDOU SATELLITE NAVIGATION SYSTEM AND ITS COMPARISON WITH GPS

Abstract

The purpose of this article was to study the BeiDou satellite navigation system (PRC), its development and comparison with the GPS system: technical characteristics of the systems, navigation accuracy, the main services provided and disadvantages of the systems.

Keywords: *satellite radio navigation systems, BeiDou, GPS, differential coordinates, signal parameters, range measurement.*

UDC 656

UVALIEVA A.B. – c.t.s., assoc. professor (Almaty, Kazakh university ways of communications)

SARKYTOVA A.T. – student (Almaty, Kazakh university ways of communications)

KAZAKHSTAN AND THE NEW GREAT SILK ROAD

Abstract

Currently, we are witnessing the beginning of a completely new stage of infrastructure modernization in the states of Eurasia. The countries of the region realized that there is an urgent need to work actively to create a single platform for improving transport infrastructure and logistics, as well as the development of multilateral trade and economic cooperation. Since the beginning of the 21st century, one of the main topics on the international agenda has been devoted to the revival of the Great Silk Road. Within the framework of the above-mentioned initiative, the States of the region intend to intensify their economic and social development by stimulating cross-border cooperation. In fact, the revival of the Great Silk Road could become one of the largest infrastructure projects of the modern era. Located in the heart of Eurasia, Kazakhstan claims to become a transcontinental bridge that could connect the markets of China, Europe, the CIS and the Persian Gulf countries. As the President of the Republic of Kazakhstan K.K. said. Tokayev “Multivector, balanced, constructive – these are the fundamental principles of our foreign policy. And such a foreign policy, in my opinion, best corresponds to the geopolitical status of our country, its geographical location, after all. We reasonably position ourselves as a transit trade bridge between Europe and Asia. Kazakhstan has always sought to become an important link in the framework of transport and communication projects connecting the two continents.”

Keywords: *the Great Silk Road, transport infrastructure, logistics, trade and economic cooperation, transit, transcontinental bridge, multi-vector, balance, constructiveness.*

Nowadays, we are witnessing the beginning of the entirely new phase of infrastructural modernization in the Eurasian states. The countries of the region realized that there is a strong necessity to work actively in order to create a unified platform for improvement of transport

infrastructure and logistics, as well as the development of multilateral trade and economic cooperation. Since the beginning of the 21st century, one of the main topics of the international agenda is dedicated to the issues of the revival of the Great Silk Road. Within the framework of the aforementioned initiative, regional states intend to boost their economic and social development stimulating the cross-border cooperation. Actually, the revival of the Great Silk Road could become one of the biggest infrastructural projects of the modern era. Located in the very heart of Eurasia Kazakhstan claims to become the transcontinental bridge, which could connect the markets of China, Europe, the CIS and the Persian Gulf states.

Nowadays, 5 out of the 13 railway corridors of the Organization for Cooperation between Railways (OSJD) passes through the territory of Kazakhstan. Therefore, it is not surprising that Kazakhstan developed its own transportation and logistics strategy – the New Silk Road (NSR). The legendary Great Silk Road as a system of ancient trade caravan routes leading from China to the countries of the Middle East and Europe has been known since the second century AD and is considered one of the most significant achievements in the history of world civilization. According to historians, its merit lies not only in the colossal exchange of goods between different states, but also in the interpenetration and mutual enrichment of dissimilar civilizations and cultures. Kazakhstan is the world's largest landlocked country, and the ninth largest in the world. Sharing a 1,783 km border to the East with China, together with a slice of Western Mongolia, it also borders Russia to the north, and Kyrgyzstan, Uzbekistan, and Iran to the south. To the West, Kazakhstan meets the Caspian Sea. Apart from the Tian Shan mountain ranges between China and Kazakhstan, the country is mostly rolling steppe, making it one of the easier of the Central Asian nations to visit, and consequently receiving rather more Belt and Road Initiative attention than other Central Asian nations. It is also rich in mineral and gas deposits. It is these geographical features and sheer longitude of Kazakhstan that make it such an important part of the Belt and Road Initiative – it gives access across Eurasia to the Caspian nations and onto Europe via both Russia and Turkey, minimizing national border controls and maximizing rail connectivity – Kazakhstan was born to have railways with kilometer after kilometer of track from east to west.

That connectivity, stretching back to ancient silk road times have also helped Kazakhstan develop a more contemporary integration between East and West than its more ruggedly inaccessible southern neighbors, who are more traditional and conservative in their views. Modern Kazakhstan is largely contemporary – although it can still be wild in the far east on the Mongolian border – I have been out with the nomads there, riding horses and on one weekend, hunting with eagles on horseback. I once dated a Kazakh girl, and there is very little demand difference to Western standards and attitudes in the larger cities. There are some issues – despite its vast size, Kazakhstan has a population of about 19 million – one of the lowest population densities in the world, at fewer than 6 people per square kilometer. That creates labor shortages and practical supply chain issues – including maintenance – as out in the steppe there are long distances to cover before one can find shops or enable repairs.

On the territory of present-day Kazakhstan, the Great Silk Road started at the borders of China. Chinese merchants transported through the Kazakh steppes silk, which, along with gold, became the international currency of that time, as well as weapons, medicines, rice, and ivory. The main route ran through Semirechye and South Kazakhstan, went through the cities of Sairam, Yassy, the homeland of al-Farabi, the city of Otrar, Taraz, then to Central Asia, Persia, the Caucasus and from there to Europe. In the second half of the sixth century, these lands became part of the Turkic Khaganate – a huge nomadic empire stretching from the Korean Peninsula to the Black Sea. At that time, it was the peak of prosperity for this section of the route, which played an important role in the development of the urban culture of Semirechye and South Kazakhstan. The Great Silk Road contributed to the emergence and rapid growth of new cities (the largest of them were Suyab and Ispidzhab), which ended up either on the highway itself, or connected with it by trade branches, and actively functioned until the 14th century, until

civil strife and wars destroyed these cities. The First President of Kazakhstan, Nursultan Nazarbayev, spoke about this period of history in his article “Seven Facets of the Great Steppe”: “The unique geographical location of Kazakhstan – in the very center of the Eurasian continent – has contributed to the emergence of transit corridors between different countries and civilizations since ancient times. Starting from the turn of our era, these land routes were transformed into the Great Silk Road system – a transcontinental network of trade and cultural ties between East and West, North and South of Greater Eurasia. It has become a stable platform for the formation and development of the global interchange of goods and intellectual cooperation between nations. The key intermediaries of the most important trade route of antiquity and the Middle Ages, ensuring the flawless organization and safety of transport arteries, were the inhabitants of the Great Steppe. The steppe belt connected the Chinese, Indian, Persian, Mediterranean, Middle Eastern and Slavic civilizations”.

All roads to Europe go through Kazakhstan.

In the 21st century, Kazakhstan plays a key role in the formation of the new so-called New Silk Road. Experts have calculated that today, in the year of the 30th anniversary of Kazakhstan’s independence, the country accounts for 70 percent of land transit traffic from China to Europe and vice versa. This is not surprising – the development of transport and transit potential has been one of the priorities of the foreign economic strategy of the country since independence. In many of his speeches, the Kazakh President Kassym-Jomart Tokayev, calls for the most effective use of the strategic advantage of the state – after all, all roads to Europe go through Kazakhstan. “Five railway and six international automobile routes pass through the territory of Kazakhstan, which connect China and other Asian countries with Europe and the Middle East. Kazakhstan is an upper-middle income, resource rich country, however its economy remains overly linked to energy supply and pricing.

The halving of world oil prices and lower export demand since 2015 have resulted in a sharp slowdown with an average annual GDP growth rate of 2.2 percent between 2014-17. Growth picked up recently, although the Covid-19 pandemic and slump in commodity prices has again dented the growth outlook. That means that Kazakhstan’s engagement with the Belt and Road Initiative and the exploitation of new infrastructure builds become of national importance. Although most global trade is carried by sea, rail is the second most important mode of international transport. Investments in rail and road increase competitiveness of both cross-border and domestic transportation in Central Asia. Two of the six BRI corridors pass through the region connecting China respectively to Europe and to Iran and West Asia. The northern route traverses Russia along the Trans-Siberian route and the INSTC, the southern one links China and Western Europe via Kazakhstan–Russia– Belarus– Poland–Germany. These transport corridors are not just for facilitating Chinese exports because for most of the Central Asian economies, China offers the closest port. That in turn makes Kazakhstan a huge potential hub for accessing Central Asia and means that the future for the country is not just the existing east-west trans-Kazakh China-European rail, but the development of spurs from that leading elsewhere. This makes it possible to deliver goods to Europe from China through Kazakhstan and back in 15 days, while shipping by sea takes two to three times longer. And the state program of infrastructure development Nurly Zhol being implemented in Kazakhstan, coupled with the Chinese project One Belt – One Road, will revive the former greatness of the Silk Road”, noted Tokayev during the sixth meeting of the Kazakhstan-China Business Council in September 2019.

Kazakhstan joined the Belt and Road Initiative proposed by China. Despite the coronavirus pandemic, which disrupted the usual ties between manufacturers and consumers and seriously affected the business of transport and logistics companies, rail transportation, on the contrary, received a new impetus, according to the latest data. For example, in January-August 2020 on the China – Europe – China route, the traffic volume amounted to 306,600 TEUs (twenty-foot equivalent unit is a conventional unit for measuring the capacity of freight vehicles), which is 62 percent more than the same period in 2019. On the route China – Central Asia – China, the

growth was 29 percent, or 149,200 TEUs. “Kazakhstan benefits from transit, which is directly reflected in such indicators as the export of services, although there are other aspects of the impact on the economy”, said Vyacheslav Dodonov, Doctor of Economics, leading researcher at the Kazakhstan Institute for Strategic Studies (KazISS) under the President of Kazakhstan. “The volume of Kazakhstan’s exports of services since 2013 has grown from six billion dollars a year to 7.8 billion dollars, that is, by 30 percent. At the same time, the main contribution is made by the export of transport services, mainly freight, which account for more than half of the total volume of this indicator”, he said.

Connecting Kazakhstan to its neighbours.

In the light of this, the EBRD has provided loans for several vital projects. One, a loan of US\$ 28.5 million, has served to upgrade the regional road between Almaty and the Kyrgyz capital Bishkek. This project is a good example of cooperation among international organizations, Sue explains. “The Asian Development Bank (ADB) provided a US\$ 65 million loan and the EU provided technical cooperation funds for project design and a road development plan, which was very important for the institutional development in Kazakhstan and the Kyrgyz Republic”. “The Almaty to Bishkek road enables traffic to flow smoothly between the two cities. In the year 2000, the traffic intensity for the EBRD-financed section of the road was between 3,500 and 4,000 vehicles per day. Now, following the rehabilitation, daily traffic volumes have grown to 25,000 to 30,000 vehicles,” says Mr Yerzhan Zhasybayev, Director of the Almaty department of the Road Committee. “The road is important for Almaty and Kazakhstan. Almaty is the economic centre of the country and the highway connects the city to Bishkek and further on to Uzbekistan and Russia. Ultimately, the road will also cross the South-West corridor, which will connect Western China to Western Europe”, he adds.

IFI cooperation for key transit road.

The South-West corridor is yet another key project in which the EBRD is involved. The Bank is providing a US\$ 180 million loan to upgrade the 102 km-long road between the Russian border and the city of Aktobe at the northern end of this corridor. “The Western Europe-Western China road corridor is another more recent example of cooperation between International Financial Institutions (IFIs),” says Sue. “The World Bank contributed about US\$ 2 billion, the ADB just slightly less than US\$ 200 million and the Islamic Development Bank just slightly over US\$ 400 million for this road”.

Furthermore, the EBRD is also providing technical cooperation grants, funded by the Japan/Europe Cooperation Fund, to assist with the development of a Public-Private Partnership project in Kazakhstan according to best international practice. This will help involve private companies in developing the road network in Kazakhstan and make the transport sector more efficient. The improved transport links will further integrate Kazakhstan and its Central Asian neighbours into the international road network, strengthening vital trade links between Western Europe and Asia.

According to the World Bank Logistics Performance Index (LPI), which measures the efficiency of supply chains in international trade and is assessed every two years, Kazakhstan significantly improved its position and took 71st place among 160 countries. At the same time, in terms of the timeliness of deliveries of goods, Kazakhstan immediately rose by 42 positions, and in terms of the efficiency of the customs clearance process – by 21 points. The Belt and Road Initiative is important for Kazakhstan geoeconomically, geopolitically, and strategically”, said Valentina Komleva, head of the Department of Foreign Regional Studies and International Cooperation of the Russian Institute of Public Administration and Management (IPACS RANEPa). “Firstly, because China is a serious trade partner of Kazakhstan, ready to seriously invest in the country, and in strategically significant projects. Secondly, the Belt and Road Initiative makes it possible for Kazakhstan to become not only an important regional player, but also to enter the global world markets. There is no doubt that all this in the whole country is very profitable as it provides access to wider trade networks, big savings in logistics, decent earnings

through logistics centers. And most importantly, Kazakhstan is becoming the largest center connecting Europe and the East”.

The Nurly Zhol national program.

Kazakhstan announced its intention to become a transit hub a year before the announcement of the Belt and Road Initiative. This was done in the program of infrastructure development Nurly Zhol, which was put forward in the message of Nazarbayev in 2012. According to President Tokayev, this program should become one of the key drivers of the national economy, with paramount importance being given to the construction and reconstruction of roads. The goal of the state program is to form a new infrastructure framework for the transport system, ensuring the integration of Kazakhstan into global transport corridors and restoring the historical status of Kazakhstan as a link between Asia and Europe. In other words, the task is to bring the country's road, rail, water, and air communications to a completely new quality level. “This is a strategic project, thanks to which effective modernization will affect the entire transport infrastructure”, the President noted in the Address to the nation “Constructive Public Dialogue – the Basis of Stability and Prosperity of Kazakhstan. “The Nurly Zhol program was approved in April 2015 by Nazarbayev and has already brought results over the past five years. About 3,000 kilometers of roads have been built and reconstructed, about 25,000 kilometers of roads have been repaired, and more than 500,000 new jobs have been created. According to the Ministry of National Economy, during the implementation of the Nurly Zhol program, economic growth accounted for 16 percent.

The Kazakh authorities pin even greater hopes on the next five-year plan.

According to the Minister of Industry and Infrastructure Development of Kazakhstan, Beibut Atamkulov, by 2025 112 infrastructure projects totaling 5.5 trillion tenge (\$US12.6 billion) are planned. It is necessary to build, repair and reconstruct with 27,000 kilometers of roads. Multi-vector, balanced, constructive – these are the fundamental principles of our foreign policy. And such a foreign policy, in my opinion, best suits the geopolitical status of our country, its geographical location, in the end. We reasonably position ourselves as a transit trade bridge between Europe and Asia. Kazakhstan has always striven to become an important link in the framework of transport and communication projects connecting the two continents”, said Tokayev on May 1, 2020 in an interview with the Mir Interstate TV and Radio Company.

References

1. The Article by: Edrd News about A new silk road. 2010.
2. Berk Micheal. The Arctic Bridge: Churchill. Man., is key tp linking with rhe world, National Post. 27 November 2007.
3. Qi Yong. Yan Wang (December 1991). “Analysis og Land Bridge Transportation”. Chinese Geographical Science.
4. Thuermer, Karen E. (12 February 1995). “Sea-Land Makes Landbridge Rail Commitment to Former Soviet Union”. Tribune Business News.

УВАЛИЕВА А.Б. – т.ғ.к., қауым. профессор (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

САРҚЫТОВА А.Т. – студент (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

ҚАЗАҚСТАН ЖӘНЕ ЖАҢА ҰЛЫ ЖІБЕК ЖОЛЫ

Аңдатпа

Қазіргі уақытта біз Еуразия мемлекеттеріндегі инфрақұрылымдық жаңғыртудың мүлдем жаңа кезеңінің басталғанына куә болып отырмыз. Өңір елдері көлік инфрақұрылымы мен логистиканы жетілдіру, сондай-ақ көпжақты сауда-экономикалық ынтымақтастықты дамыту үшін бірыңғай платформа құру бойынша белсенді жұмыстың шұғыл қажеттілігі бар екенін түсінді. 21 ғасырдың басынан бастап халықаралық күн тәртібіндегі басты тақырыптардың бірі Ұлы Жібек жолын жаңғырту мәселелеріне арналған. Жоғарыда аталған бастама шеңберінде өңір мемлекеттері трансшекаралық ынтымақтастықты ынталандыра отырып, өзінің экономикалық және әлеуметтік дамуын жандандыруға ниетті. Шын мәнінде Ұлы Жібек жолын жаңғырту қазіргі заманның ең ірі инфрақұрылымдық жобаларының бірі бола алар еді. Еуразияның қақ ортасында орналасқан Қазақстан Қытай, Еуропа, ТМД және Парсы шығанағы елдерінің нарықтарын жалғай алатын трансконтиненталдық көпір болуға үміткер. Қазақстан Республикасының Президенті Қ.К. Тоқаев: «Көпвекторлы, теңгерімді, сындарлы – бұл біздің сыртқы саясатымыздың негізгі қағидаттары. Мұндай сыртқы саясат, менің ойымша, біздің еліміздің геосаяси мәртебесіне, оның географиялық жағдайына жақсы сәйкес келеді. Біз өзімізді Еуропа мен Азия арасындағы транзиттік сауда көпірі ретінде орнаттық. Қазақстан әрқашан екі құрлықты жалғайтын көлік-коммуникациялық жобалар шеңберінде маңызды байланыстырушы буын болуға ұмтылды».

Түйінді сөздер: Ұлы Жібек Жолы, көлік инфрақұрылымы, логистика, сауда-экономикалық ынтымақтастық, транзит, трансқұрлықтық көпір, көпвекторлы, теңгерімділік, конструктивтілік.

УВАЛИЕВА А.Б. – к.т.н., ассоц. профессор (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

САРКЫТОВА А.Т. – студент (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

КАЗАХСТАН И НОВЫЙ ВЕЛИКИЙ ШЕЛКОВЫЙ ПУТЬ

Аннотация

В настоящее время мы являемся свидетелями начала совершенно нового этапа инфраструктурной модернизации в государствах Евразии. Страны региона осознали, что существует настоятельная необходимость активной работы по созданию единой платформы для совершенствования транспортной инфраструктуры и логистики, а также развития многостороннего торгово-экономического сотрудничества. С начала 21 века одна из главных тем международной повестки дня посвящена вопросам возрождения Великого Шелкового пути. В рамках вышеупомянутой инициативы государства региона намерены активизировать свое экономическое и социальное развитие, стимулируя трансграничное сотрудничество. На самом деле возрождение Великого Шелкового пути могло бы стать одним из крупнейших инфраструктурных проектов современной эпохи. Расположенный в самом сердце Евразии Казахстан претендует на то, чтобы стать трансконтинентальным мостом, который мог бы соединить рынки Китая, Европы, СНГ и стран Персидского залива. Как сказал Президент Республики Казахстан К.К. Токаев: «Многовекторность, сбалансированность, конструктивность – вот основополагающие принципы нашей внешней политики. И такая внешняя политика, на мой взгляд, лучше всего соответствует геополитическому статусу нашей страны, ее географическому положению, в конце концов. Мы обоснованно позиционируем себя как транзитный торговый мост между Европой и Азией. Казахстан всегда стремился стать важным

связующим звеном в рамках транспортно-коммуникационных проектов, соединяющих два континента».

Ключевые слова: Великий Шелковый путь, транспортная инфраструктура, логистика, торгово-экономическое сотрудничество, транзит, трансконтинентальный мост, многовекторность, сбалансированность, конструктивность.

УДК 656

КАСЕНБАЕВА З.У. – магистр, ст. преподаватель (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

ТЛЕУКЕЕВА А.Т. – магистр, ст. преподаватель (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

НУРМУХАНБЕТОВА И.Ж. – магистр, ст. преподаватель (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

КРУНКЕЕВА И.А. – магистр, ст. преподаватель (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ КОНТРЕЙЛЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы развития транспортно-логистической инфраструктуры автомобильного транспорта в Республике Казахстан. Предложено решение по совершенствованию логистической инфраструктуры в стране, путем использования такой технологии, как контейнерные перевозки.

Ключевые слова: автомобильный транспорт, дорога, грузооборот, контейнерная перевозка, анализ.

Нынешняя ситуация на рынке транспортных услуг Республики Казахстан стимулирует к поиску новых решений в логистике. Одним из таких может стать внедрение транспортного сообщения, которое характеризуется отсутствием перегрузочных пунктов. Данная технология транспортировки поможет улучшить непрерывность процесса перевозки. Комбинированная перевозка железнодорожным и автомобильным транспортом является более надежной, тарифная ставка получается меньше, а также снижаются затраты для поддержания экологии, за счет железнодорожного транспорта и мобильность автомобильного. Именно эти преимущества объединяет в себе контейнерная перевозка. В Соединенных Штатах Америки и в Европе данный вид перевозок используется более 5 лет.

Транспортная система Казахстана – сложная система, которая обеспечивает гармонизацию производственной и социальной направлений деятельности и обеспечивает эффективности их реализации. Казахстан, площадь территории которого достаточно большая, особенно требует развитой транспортной инфраструктуры, которая могла бы объединять все регионы страны и обеспечивать взаимодействие между ними. Транспортная инфраструктура также должна выступать основой для развития внешнеэкономических связей Казахстана с другими странами мира. Именно степень развития комплекса транспортной инфраструктуры являются одним из ключевых

факторов экономического роста, увеличения степени конкурентоспособности экономики страны, а также увеличения уровня жизни граждан.

Стремительное развитие большого количества транспортных каналов дает возможности для выбора среди разных альтернатив оптимального вида транспорта. С другой стороны, такой вид транспорта, как железнодорожный постепенно вытесняется автомобильным транспортом. В первую очередь, это обусловлено гибкостью и доступностью в разные точки территории последнего. Современная система обеспечения грузовых железнодорожных перевозок сейчас отстает от желаемого качества и интересов, которые хотят получить грузовладельцы. Например, из-за неудобства и низкого качества сервиса, некоторые грузовладельцы отдают предпочтение автомобильному транспорту вместо железнодорожного и это при том, что доставка грузов при помощи первого может быть в 1,5-2 раза дороже и при том нести дополнительные риски транспортировки.

Повышение уровня конкурентоспособности железнодорожного транспорта с целью транспортировки грузов может быть достигнуто через использование современных транспортных технологий и введение в эксплуатацию новой техники для управления железнодорожными процессами.

Нынешняя ситуация на рынке транспортных услуг стимулирует к поиску новых решений в логистике. Одним из таких может стать внедрение транспортного сообщения, которое характеризуется отсутствием перегрузочных пунктов. Данная технология транспортировки поможет улучшить непрерывность процесса перевозки. Комбинированная перевозка железнодорожным и автомобильным транспортом является более надежной, тарифная ставка получается меньше, а также снижаются затраты для поддержания экологии, за счет железнодорожного транспорта и мобильность автомобильного. Именно эти преимущества объединяет в себе контрейлерная перевозка. В Соединенных Штатах Америки и в Европе данный вид перевозок используется более 5 лет.

На территории Европейских стран 21,5 тыс. маршрутов по перевозки грузов в год производится именно с помощью контрейлерных технологий. Это около 30% от всех грузоперевозок в год.

Особенной популярностью пользуются контрейлерные перевозки в частях Европы, в которых железнодорожные пути проходят через трансальпийские местности. Там грузоперевозки контрейлерами достигают 95% от всех грузоперевозок.

Контрейлерные (contrail) перевозки (америк. «railintermodal» или «piggyback» – «пиггибэк») – это два комбинированных вида перевозок: железнодорожный и автомобильный, при использовании которых перевозится трейлер, полуприцеп или съемный кузов (swar body) без водителя и тягача на железнодорожной платформе (TOFC – trailer on flat car). Следует заметить, что перевозка контейнеров без автомобильных шасси не является контрейлерной перевозкой, а относится к железнодорожной транспортировке контейнерного груза. Саморазгружающиеся контейнерные платформы обеспечивают перевозку контейнеров без автомобильных шасси.

Одной из первых контрейлерных систем является американская трейлерная система перевозок «TOFC» (trailer on flet car – Tоеj Uнер на платформе). Эта система называется также системой «лиггибэк». Система представляет собой такую последовательность. Автомобильный транспорт привозит трейлеры к железнодорожной станции, которая оборудована специализированной погрузочно-разгрузочной системой. Там трейлеры перегружаются на железнодорожный состав, который дальше отправляется к определенному пункту. После прибытия трейлеры доставляются тягачом в конечный пункт назначения. Важным моментом является максимально эффективное использование трейлерных поездов, для которых строятся маршруты постоянного обращения, и они обеспечивают загруженность (порожний пробег при такой системе составляет менее 10%) до станции назначения без перестройки по маршруту следования, а также прибытие к

станции по расписанию не реже, чем один раз в сутки. Грузоперевозки по такой системе осуществляются по двум схемам. Первая схема – это когда все трейлеры перевозятся за фиксированным тарифом, с обеспечением равных прав для всех видов транспорта, которые участвуют в схеме. Вторая схема обеспечивает железные дороги, как основного перевозчика, а другой транспорт является клиентом, который оплачивает услуги первого.

Для успешного внедрения и дальнейшего применения контрейлерных технологий в Республике Казахстан потребуются, как технические и технологические комплексы мер, так и организационные и нормативно-правовые меры. С технической точки зрения нужно создать терминальные базы, на которых будет производиться обработка грузов. Применяя современные логистические технологии, она будет обеспечивать владельцев автомобилей и грузов широким ассортиментом транспортных и экспедиторских услуг. Также необходима доработка специализированного подвижного состава для таких перевозок. Контрейлерные терминалы, в отличие от грузовой станции, могут совмещаться с контейнерными пунктами или развивать собственную систему путевого обеспечения. Перегрузка через терминалы может быть по таким типам:

1. С использованием терминалов с горизонтальной перегрузкой (автотягачами). В этом случае, грузовой автомобиль через подмостки с торцевой стороны въезжает на железнодорожную платформу или в случае с полуприцепами – также через специальные подмостки при помощи тяги идет погрузка или выгрузка с платформ;

2. С использованием терминалов с вертикальной перегрузкой (грузоподъемными кранами). В этом случае автомобиль (полуприцеп) с помощью мобильного погрузчика или стационарного крана перемещают на железнодорожный вагон и по такой же схеме идет выгрузка;

3. С использованием терминалов, которые имеют комбинированную перегрузку (совмещение).

От габаритов погрузки зависит вид подвижного железнодорожного состава, всего 2 вида:

1) Перевозка с помощью специализированной платформы, у которой пониженная грузовая площадка. Такой вид перевозки используется для крупнотоннажных полуприцепов и фур.

2) Перевозка осуществляется с помощью железнодорожных тележек, на которых будет стоять зафиксированный груженый автомобиль.

При транспортировке важно использовать полуприцепы с усиленной рамой и оборудованные специальными приспособлениями для крепления к платформе.

В технологическое оборудование входит и работа терминалов, вид которых зависит от терминального оборудования, особенностей подвижного состава и способа погрузки автомобиля на платформу.

Организация движения контрейлерных поездов предусматривает их полную или частичную загрузку. Специализированные платформы могут также входить в состав сборных поездов. При данном подходе в организации контрейлерных перевозок можно выделить следующие основные этапы, приведённые в таблице 1.

Таблица 1 – Основные этапы в организации контрейлерной перевозки

Номер этапа	Краткая характеристика этапа
1	Отправление автомобиля со склада
2	Автомобильный маршрут своим ходом
3	Приезд автомобиля в терминал
4	Погрузка автомобиля на железнодорожную платформу с помощью специальных устройств

5	Простой автомобиля в процессе формирования состава
6	Отправление состава с терминала
7	Следование автомобиля железнодорожным маршрутом
8	Прибытие состава на терминал
9	Выгрузка автомобиля с железнодорожной платформы с помощью специальных устройств
10	Выезд автомобиля с терминала
11	Автомобильный маршрут своим ходом
12	Прибытие автомобиля к конечной точке
13	Выгрузка груза из автомобиля
14	Возврат пустого автомобиля
15	Заезд на склад для дозагрузки

Для понимания принципа работы принципиальная схема организации контрейлерных перевозок представлена на рисунке 1.

При предоставлении транспортных услуг важным является разделение ответственности за прием, перевозку, сохранность груза, также установление порядка документооборота и расчета тарифной ставки. Ответственными сторонами являются железная дорога, автотранспортная организация и грузовладельцы. Ввоз и вывоз груза в терминал чаще всего выполняет грузовладелец, либо автотранспортная компания. После этого груз помещают в трейлер, принадлежащий одной из сторон, несущих ответственность.

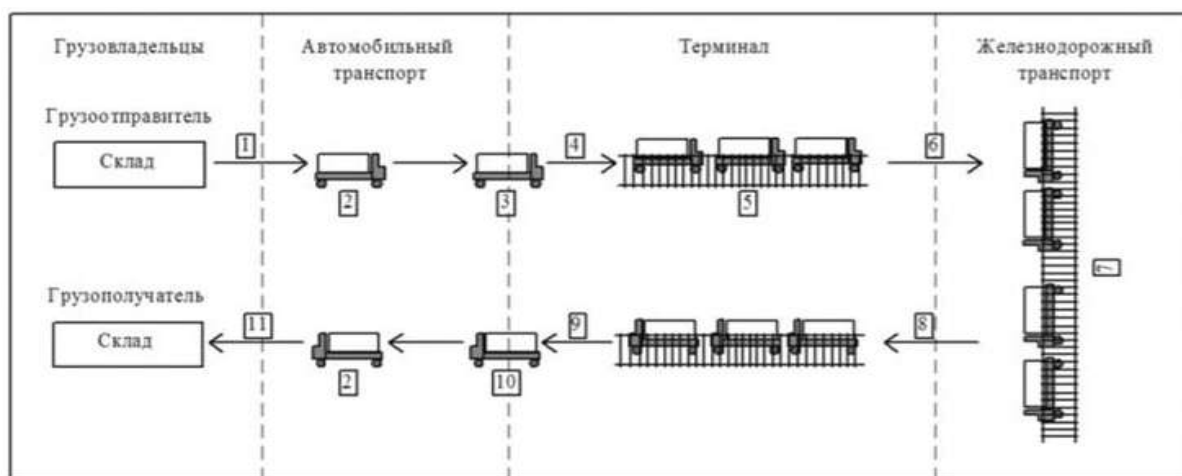


Рисунок 1 – Принципиальная схема организации контрейлерных перевозок

После транспортировки трейлера грузовиком на железнодорожную станцию, выполняется погрузка трейлера на специальную платформу. Ответственность за перевалку может взять на себя любая из сторон. На весь путь груза от грузоотправителя до грузополучателя оформляется единая железнодорожная транспортная накладная (ЕЖТН), либо транспортная накладная, которую выписывает автотранспортная организация. Тарифная ставка напрямую зависит от стороны, несущей ответственность за трейлер, ввоз и вывоз трейлера с терминала, транспортировку и перевалку. Ставка рассчитывается либо по правилам перевозки автомобильным транспортом, либо железнодорожным. В использовании контрейлерных перевозок автомобильное движение организуется маятниковым или кольцевым типом маршрута. При маятниковом маршруте автомобиль загружают на складе грузоотправителя, после этого автомобиль проходит часть пути своим ходом и часть пути с использованием железнодорожной

специализированной платформы, затем происходит выгрузка у грузополучателя и возвращение на склад грузоотправителя в порожнем состоянии. Кольцевой маршрут подразумевает следование трейлера через несколько пунктов погрузки и разгрузки, заменяя порожний пробег груженным в сравнении с маятниковым маршрутом. В процессе анализа было выделено пять групп по определению стороны, которая несет ответственность за операции с трейлером, утверждение тарифа и выбор перевозочного документа.

В вопросах нормативно-правового обеспечения необходима разработка нормативной базы, занимающиеся регуляцией контрейлерной перевозки во внутреннем и международном сообщении.

Основными целями совершенствования нормативно-правового регулирования контрейлерных перевозок являются: создание условий для устойчивого развития данного вида перевозок; повышение эффективности государственного управления транспортной отраслью; создание основ правового регулирования координации и взаимодействия железнодорожного с другими видами транспорта; эффективная интеграция в международную систему комбинированных (смешанных) перевозок грузов и др. На данный момент на базе основных положений Транспортной Стратегии Казахстана, Стратегии развития железнодорожного транспорта, разработана Концепция регламента организации контрейлерных перевозок на железных дорогах.

Литература

1. Становление и развитие автомобильного транспорта в Республике Казахстан // <http://ebooks.semgu.kz/content.php?cont=d;1385> (дата обращения 24.11.2019 г.).
2. Министерство транспорта и коммуникаций Республики Казахстан // <http://www.gov.kz/memleket/entities/transport?lang=kk> (дата обращения 25.02.2020 г.).

References

1. Formation and development of motor transport in the Republic of Kazakhstan // <http://ebooks.semgu.kz/content.php?cont=d;1385> (accessed 24.11.2019).
2. Ministry of Transport and Communications of the Republic of Kazakhstan // <http://www.gov.kz/memleket/entities/transport?lang=kk> (accessed 25.02.2020).

КАСЕНБАЕВА З.У. – магистр, аға оқытушы (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

ТЛЕУКЕЕВА А.Т. – магистр, аға оқытушы (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

НУРМУХАНБЕТОВА И.Ж. – магистр, аға оқытушы (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

КРУНКЕЕВА И.А. – магистр, аға оқытушы (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДА КОНТРЕЙЛЕРЛІК ТАСЫМАЛДАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ЛОГИСТИКАЛЫҚ ИНФРАҚҰРЫЛЫМНЫҢ ТИІМДІЛІГІН ӘЗІРЛЕУ

Аңдатпа

Мақалада Қазақстан Республикасында автомобиль көлігінің көліктік-логистикалық инфрақұрылымын дамыту мәселелері қаралды. Контрейлерлік тасымалдар сияқты

технологияларды пайдалану арқылы елдегі логистикалық инфрақұрылымды жетілдіру бойынша шешім ұсынылды.

Түйінді сөздер: автомобиль көлігі, жол, жүк айналымы, қарсы жүк тасымалы, талдау.

KASENBAYEVA Z.U. – master's degree, senior lecturer (Almaty, Kazakh university ways of communications)

TLEUKEEVA A.T. – master's degree, senior lecturer (Almaty, Kazakh university ways of communications)

NURMUKHANBETOVA I.Zh. – master's degree, senior lecturer (Almaty, Kazakh university ways of communications)

KRUNKEEVA I.A. – master's degree, senior lecturer (Almaty, Kazakh university ways of communications)

DEVELOPMENT OF LOGISTICS INFRASTRUCTURE EFFICIENCY THROUGH THE USE OF PIGGYBACK TECHNOLOGY IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Abstract

The article deals with the development of transport and logistics infrastructure of road transport in the Republic of Kazakhstan. A solution has been proposed to improve the logistics infrastructure in the country by using space technology as piggyback transportation.

Keywords: road transport, road, cargo turnover, piggyback transportation, analysis.

УДК 330.4

АЛДАЖАРОВ Қ.С. – э.ғ.к., қауым. профессор (Алматы қ., Нархоз Университеті)

АСТЫҚТЫҢ БОЛЖАМДЫ БАҒАСЫН АНЫҚТАУҒА АРНАЛҒАН МОДЕЛЬ

Аңдатпа

Бұл мақалада автор сұраныс пен ұсыныстың тұрақтылығы арқылы астықтың есептелген бағасын анықтаудың маңыздылығы мен қажеттілігін қарастырады. Астық нарығындағы ұн өндірісі арқылы бағаны анықтау әдістері зерттелуде. Жұмыстың нәтижесі астықтың есептік бағасын айқындау моделін әзірлеу болып табылады. Ұсынылған модель ауыл шаруашылығы саласындағы мамандарды қызықтырады.

Түйінді сөздер: ұсыныс, сұраныс, тұрақтылық, модель, астық, баға, астық нарығы, сұраныс тұрақтылығы.

Кіріспе.

Қазақстан Республикасының азық-түлік нарығы мен экономикасының құрамдас бөлігі ретінде астық нарығы және оның жұмыс істеу тетігі белгілі бір дәрежеде елдегі жалпы экономикалық жағдайға, әлемдік астық нарығындағы жағдайға байланысты. Сонымен қатар, агроөнеркәсіптік өндірісті реттеу саласындағы салаларға үлкен құқықтар беру, астық нарығына қатысушылардың түрлі ұйымдық құрылымдарды құрудағы белсенділігінің артуы оған бірқатар жаңа өзгерістер енгізеді.

Астық бағасы тікелей нарықта қалыптасады, онда олар конъюнктураға, ұсыныс пен сұранысқа байланысты қалыптасады. Нарықтық баға - бұл ұсыныс бағасы мен сұраныс бағасы арасындағы тепе-теңдік. Нарықтық өзара қарым-қатынас тәжірибесінде

тараптардың мүдделері тауар биржасындағы, жәрменкедегі, көрме-сатудағы және т. б. сауда процесінде келісіледі.

Бұл мақалада бағаның өзгеруіне сұраныс пен ұсыныстың тұрақтылығы сияқты параметрлер арқылы астық бағасын анықтау моделі ұсынылған [1].

Зерттеу материалдары мен әдістемесі.

Айталық, астық саласында n – завод бар, олар S_{ik} түрлі бидайды пайдаланады. Оның жалпы сұранысы S_i , келесіге тең:

$$S_i = \sum_{k=1}^n s_{ik}, \quad (1)$$

m – оны (астықты) өндіретін ауылшаруашылық кәсіпорындарының саны.

P_{ik} – сұраныс, сонда P_i – астықтың осы түрінің нарықтағы жиынтық ұсынысы келесіге тең:

$$P_i = \sum_{k=1}^m p_{ik} \quad (2)$$

Z_i астық бағасының қалыптасуы S_i мен P_i арақатынасына тәуелді екендігі белгілі, бірақ сұраныс пен ұсыныстың тұрақтылығының баға өзгерісіне әсер етуі, бұл да нарық ұсынатын маңызды ақпарат болып табылады.

Сұраныстың тұрақтылығы, неғұрлым көп болса, ол бағаның өзгеруіне байланысты аз өзгереді. Кері мәнді енгізу ыңғайлы – бұл сұраныстың жылжымалдылығы. Оны V_{ik} белгілейміз және біз оны бағаның өсу бірлігіне есептелген сұраныстың өсуі деп анықтаймыз:

$$v_{ik} = ds_{ik} / dZ_i \quad (3)$$

Бұл мәnnің кері мәні сұраныстың тұрақтылығы деп аталады.

V_i – жалпы сұраныстың жылжымалдылығы, яғни.

$$V_i = \sum_{k=1}^n v_{ik} = dS_i / dZ_i = d \sum_{k=1}^n s_{ik} / dz_i \quad (4)$$

Сұраныс сияқты, біз ұсыныстың да жылжымалдылығын енгіземіз.

U_{ik} – ұсыныстың жылжымалдылығы,

$$U_{ik} = dp_{ik} / dZ_i$$

Сонда V_i – жалпы сұраныстың жылжымалдылығы келесідей анықталады:

$$V_i = \sum_{k=1}^n U_{ik} \quad (5)$$

Барлық шектеулер нарықтың көмегімен өзіндік іздеу арқылы анықталады және нәтижесінде оңтайлы баға мәндері қалыптасады.

ҒЗЖ зерттеулерінің негізгі нәтижелері.

Астық, энергия және басқа түрлі ресурстар туралы ақпаратқа, сонымен қатар дайын ұн туралы ақпаратқа сүйене отырып ұн тарту фабрикасының оңтайлы жұмыс режимін анықтауға болады. Бұл жағдайда келесі шартқа жүгінуге болады: тұтынылатын астық құнының өсуі ұн құнының өсуімен өтеледі.

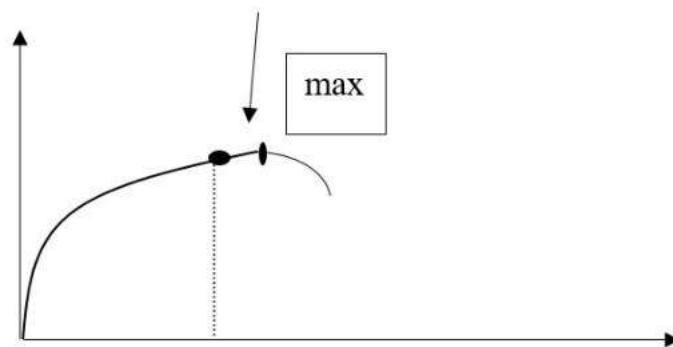
Айталық, x_k - k – заводтағы ұн бағасы; ΔT_k – ұнның өсуі; Z_i – астық бағасы. Сонда

$$Z_i \times \Delta S_{ik} = x_k \times \Delta T_k$$

$$dT_k / ds_{ik} = Z_i / x_k, \quad (6)$$

мұнда S_{ik} – ұнды өндіру шығындары.

S_{ik} өсуімен шығарылған ұнның көлемі өседі, бастапқы кезде тез, содан кейін *max* нүктеден өтіп азаяды (сурет 1).



Сурет 1 – Ұнның көлемі

Алынған деректерді талқылау және қорытынды.

Жұмыс режимі *max* нүктенің алдыдағы нүктеге сәйкес болады және осы нүктеде (6) теңдеу орындалады.

Егер астық бағасы тұрақты болып тұрса, ал ұнның бағасы өсетін болса, онда графиктің тік бөлігіне ауысу керек, яғни астық шығындарын азайту керек.

Ұқсас қалып күйлер басқа ресурстар үшін жарамды.

Бүкіл саланың масштабындағы астыққа сұраныстың төмен икемділігіне сүйене отырып, астықтың бағасының ΔZ_i шамасына өзгеруі, сәйкесінше тұтыну мен ұсыныстың өзгеруіне әкеледі. Сондықтан келесі шарт қанағаттандырылады:

$$S_i = P_i \quad (7)$$

Z_i -дің шағын өзгеруі болған жағдайда және (3) пен (5) ескере отырып, мынаны

жазуға болады:

$$S_{ik} = S_{ik_0} + V_{ik} \times \Delta Z_i \quad (8)$$

мұнда S_{ik_0} – сұраныстың бастапқы ұсынысы,

P_{ik} – ұсыныстың бастапқы ұсынысы.

Жалпы ұсыныс пен жалпы сұраныс үшін:

$$S_i = S_{i_0} + V_i \times \Delta Z_i \quad (9)$$

(7)-ші тендеуді ескере отырып (9)-дан келесіні алуға болады:

$$\Delta Z = (S_{i_0} - p_{i_0}) / (U_i - V_i) \text{ өйткені } U_i - \text{оң, ал } V_i - \text{теріс мәндер.}$$

Егер сұраныс S_{i_0} ұсыныстан жоғары болса, яғни $S_{i_0} > p_{i_0}$, яғни баға неғұрлым көбірек өссе, онда соғұрлым сұраныс пен ұсыныстың қозғалғыштығы азаяды.

Егер $S_{i_0} > p_{i_0}$, онда баға төмендейді.

Нарықты математикалық модельдеу кезінде біз тек оңтайлы үлестіруді және өткізуді есептеу үшін қажетті бағалардың шартты өзгеруі туралы айтамыз, ал баға әрекеті сол деңгейде қалуы мүмкін.

Әдебиеттер

1. Алдажаров К. Модель образования цены на рынке зерна. – Алматы, 1995. – 24 с.

References

1. Aldazharov K. Model of Education prices on the grain market. – Almaty, 1995. – 24 p.

АЛДАЖАРОВ К.С. – к.э.н., ассоц. профессор (г. Алматы, Университет Нархоз)

МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОГНОЗНОЙ ЦЕНЫ ЗЕРНА

Аннотация

В этой статье автором рассматривается важность и необходимость определения расчетной цены зерна через устойчивость спроса и предложения. Изучаются способы определения цены через производство муки. Итогом работы является разработка модели определения расчетной цены зерна. Предлагаемая модель заинтересуют специалистов в области сельского хозяйства.

Ключевые слова: предложение, спрос, стабильность, модель, зерно, цена, зерновая отрасль, стабильность спроса.

ALDAZHAROV K.S. – c.e.s., assoc. professor (Almaty, Narxoz University)

MODEL FOR DETERMINING THE APPROXIMATE PRICE OF GRAIN

Abstract

In this article, the author considers the importance and necessity of determining the estimated price of grain through the stability of supply and demand. Methods of determining the price through the production of flour are being studied. The result of the work is the development of a model for determining the estimated price of grain. The proposed model will be of interest to specialists in the field of agriculture.

Keywords: supply, demand, stability, model, grain, price, grain industry, stability of demand.

УДК 004

МИРКАСИМОВА Т.Ш. – аға оқытушы (Алматы қ., Нархоз Университеті)

PHP-ДЕ МЕЙРАМХАНАҒА АРНАЛҒАН ВЕБ ҚОСЫМША ҚҰРУДА MVC МОДЕЛІН ҚОЛДАНУ

Аңдатпа

Бұл мақалада MVC архитектуралық өрнегі интерактивті және динамикалық сайттарды құру үшін қолданылады. Тұрақты HTML парағы пайдаланушының әрекеттеріне қалай жауап беру керектігін білмейді. Екі жақты өзара әрекеттесу үшін динамикалық веб-парақтар қажет. MVC - бұл веб-қосымшаның динамикалық дамуын түсінудің кілті, сондықтан веб-әзірлеуші осы модельді білуі керек.

Түйін сөздер: MVC моделі, laravel, PHP, Centos 6 сервері, хостинг.

Кіріспе.

Жыл сайын мейрамханалық бизнес нарығында бәсекелестік өсіп келе жатыр. Сондай-ақ, клиенттердің ұсынылатын қызметтердің сапасына деген талғамын артуда. Қоғамдық тамақтандыру кәсіпорындарының клиенттерін тарту және ұстау жөніндегі іс-шараларға ерекше назар аудару қажет. Мейрамхана қызметтерін жылжыту мейрамханалар, оның артықшылықтары мен өзгешіліктері туралы соңғы тұтынушыға ақпарат жеткізу бойынша шаралар кешені ретінде қарастырылады. Клиенттің назарын аудару, оны ұсынылған қызметтерді пайдалануға сендіру қажет.

Қазіргі уақытта мейрамхананың жұмысы мәзір, қызметкерлердің жеке деректері, шоттары және т.б. туралы көптеген ақпараттың болуымен байланысты. Сонымен қатар, қоғамдық тамақтану кәсіпорындарына пайданы ұлғайту, мейрамханадағы өзгерістерді басқару, тіпті тұжырымдамалық бағыттылықты ауыстыруға дейін, мысалы, мейрамхана клиенттеріне сауалнама жүргізу нәтижелері негізінде маңызды міндеттерді шешу қажет.

Қазақстандық кәсіпорындардың бәсекеге қабілеттілігін жоғарылатуға инновациялық процестерді жеделдету арқылы ғана қол жеткізуге болады. Бұл инновацияларды жана

ақпараттық технологиялар, өнімдер мен қызметтер түрлері, өндірістік, қаржылық, коммерциялық, әкімшілік немесе басқа сипаттағы ұйымдастырушылық, техникалық және әлеуметтік-экономикалық шешімдер түрінде үнемді пайдалануды қамтамасыз етуі тиіс.

Ресми сайт компанияның имиджін және оның тауарларын дамыту мен қолдаудың қуатты тетігі болып табылады, брендтің танымалдығының өсуіне ықпал етеді. Сайт компания туралы, оның қызмет салалары туралы, өндірілетін тауарлар мен көрсетілетін қызметтер туралы барлық қажетті ақпаратты қамтуы тиіс. Ең жақсы маркетингтік алаңды көрсете отырып, сауатты әзірленген корпоративтік сайт тұтынушылар мен серіктестерде тексерілген, уақытпен бірге келе жатқан, қарқынды дамуы компания бейнесін жасау үшін міндетті түрде жұмыс істейтін болады. Ол сондай-ақ компанияның тұтынушыларымен кері байланысты қамтамасыз ету үшін негізгі алаң болуы мүмкін.

Имя файла	Размер	Тип фай...	Последнее...	Права	Владелец...
app		Папка c...	11.03.2020	drwxr-xr-x	root root
bootstrap		Папка c...	10.11.2019	drwxr-xr-x	root root
config		Папка c...	10.11.2019	drwxr-xr-x	root root
database		Папка c...	10.11.2019	drwxr-xr-x	root root
public		Папка c...	12.03.2020	drwxrwx...	root root
resources		Папка c...	10.11.2019	drwxr-xr-x	root root
routes		Папка c...	10.11.2019	drwxr-xr-x	root root
storage		Папка c...	10.11.2019	drwxrwx...	root root
tests		Папка c...	10.11.2019	drwxr-xr-x	root root
vendor		Папка c...	12.03.2020	drwxr-xr-x	root root
.editorconfig	213	Файл "E...	10.11.2019	-rw-r--r--	root root
.env	870	Файл "E...	12.03.2020	-rw-r--r--	root root
.env.example	726	Файл "E...	10.11.2019	-rw-r--r--	root root
.gitattributes	111	Текстов...	10.11.2019	-rw-r--r--	root root
.gitignore	163	Текстов...	10.11.2019	-rw-r--r--	root root
.htaccess	86	Файл "H...	13.02.2018	-rw-r--r--	root root
styleci.yml	174	Файл "Y...	10.11.2019	-rw-r--r--	root root
artisan	1 686	Файл	10.11.2019	-rw-r--r--	root root

1 сурет – Файлдар құрылымы

Laravel – бұл MVC сәулеттік моделін (Eng. Model View Controller – үлгі-көрініс-бақылаушы) қолдана отырып әзірлеуге арналған ақысыз негізде ашық веб-жүйе.

Model-View-Controller (MVC, «Model-View-Controller», «Model-View-Controller») – қосымшаның мәліметтерін, қолданушы интерфейсі мен басқару логикасын үш бөлек бөлікке бөлу схемасы: модель, көрініс және контроллер – осылайша әр компоненттің модификациясы дербес жүргізілуі мүмкін [2].

1. Модель деректерді береді және оның күйін өзгерту арқылы контроллер командаларына жауап береді.

2. Көрініс модельдердің өзгеруіне жауап ретінде пайдаланушыға үлгі деректерін көрсетуге жауап береді.

3. Контроллер өзгертулердің қажеттілігі туралы хабарлап, қолданушының әрекеттерін түсіндіреді.

MVC моделі қолданбалы интерфейстен бизнес логикасын бөлуге бағытталған, қолданба құрылымын құрудың қарапайым әдісін сипаттайды. Нәтижесінде қосымшаны масштабтау, тестілеу, сақтау және енгізу оңайырақ болады.

MVC моделінің тұжырымдамалық сызбасы:



2 сурет – MVC моделінің сызбасы

MVC қосымшасы үшін әдеттегі жұмыс процесін келесідей сипаттауға болады:

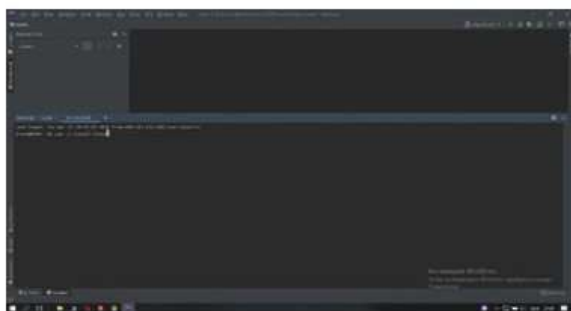
1. Пайдаланушы веб-ресурсқа кірген кезде инициализация сценарийі қосымшаны құрайды және оны орындай бастайды.
2. Бұл сайттың, мысалы, басты бетінің көрінісін көрсетеді.
3. Қолданба қолданушыдан сұраныс алады және сұралған контроллер мен әрекетті анықтайды. Негізгі бетте әдепкі әрекет (индекс) орындалады.
4. Қолданба контроллердің данасын жасайды және әрекет әдісін іске қосады, ол, мысалы, мәліметтер базасынан ақпаратты оқитын модельдік қоңырауларды қамтиды.
5. Осыдан кейін, әрекет модельден алынған мәліметтермен көріністі қалыптастырады және пайдаланушыға нәтижені көрсетеді.

ҒЗЖ зерттеулерінің негізгі нәтижелері.

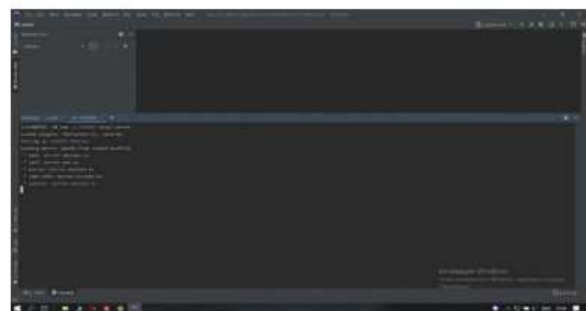
Centos 6 локальды серверінде сайт құру

Мейрамхана сайты lagavel PHP-дің фреймворкі арқылы құрылды. Себебі, PHP-дің ашық көзі деп атауға болады және ол басқа тілдердің фреймворктарына қарағанда аутентификация, локализация, модель, презентация, сеанстар, маршруттау және тағы басқаларын жасауға жеңіл.

Ең алдымен PhpStorm программасын жазып алу керек, себебі PhpStorm - PHP үшін коммерциялық платформалық интегралды даму ортасы болып келеді.



3 сурет – PhpStorm программасына кіру процесі



4 сурет – CentOS 6 серверімен жұмыс процесі

CentOS – бұл Red Hat коммерциялық Red Hat Enterprise Linux негізіндегі және үйлесімді Linux дистрибуциясы. CentOS 6 таңдау себебіміз басқа серверлерге қарағанда осы сервер жұмысқа ыңғайлы болады және CentOS 6 сервері қатып қалу мүмкіндікті төмендетеді. Енді көрсетілгендей код жазу арқылы дұрыс немесе дұрыс емес екенін қараймыз. Осы функциялардың бәрін орындап болған соң порт жасауға кірісеміз, яғни хостинг көріну үшін.

Егер біз осы аналогияны шынайы өмірмен жалғастыратын болсақ, онда домен атауы (сайттың мекен-жайы) сайт орналасқан жерді көрсетеді.

Хостинг – бұл Интернетте үнемі сайт файлдарын сақтау және сақтау үшін орын ұсынатын қызмет. Бір сөзбен айтқанда, хостинг немесе ол «хостинг провайдері» деп аталатындықтан, сайт деректерін өз серверлерімізде орналастыруға көмектеседі.

Веб-сайттың ішкі функциялары

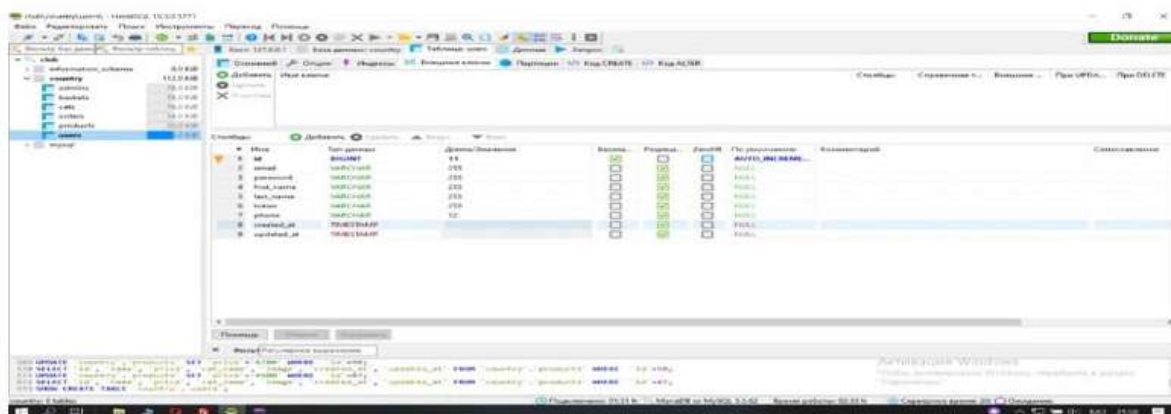
Алдымен деректер базасы құрылады. Ол ашық реляциялық деректер базасын басқару жүйесі MySQL ортасында орындалады.

Келесі кезекте php модульдары жүктеледі. Алдымен laravel жүйесін іске асырамыз және оған composer жүктеп қосуымыз қажет.

Алынған деректерді талқылау және қорытынды.

Laravel – бұл MVC (Model View Controller) архитектуралық моделін қолдана отырып әзірлеуге арналған ашық веб-фреймворк. Laravel MIT лицензиясы бойынша шығарылды. Жобаның бастапқы коды GitHub-та орналастырылған.

Алдымен деректер базасын құрып, кестелерді мәліметтермен толтырамыз. Кестелерді қолдана отырып, бірнеше бағанға орналасу, суретті және фонды бекіту үшін эффекттер, беттің бүкіл ені немесе биіктігі бойынша жұқа сызықтар сияқты эффекттер жасауға болады. Сонымен қатар, ең бастысы – веб-беттерді өздері жасау үшін кестелерді пайдалану, дәлірек айтқанда веб-парақтың макеті.

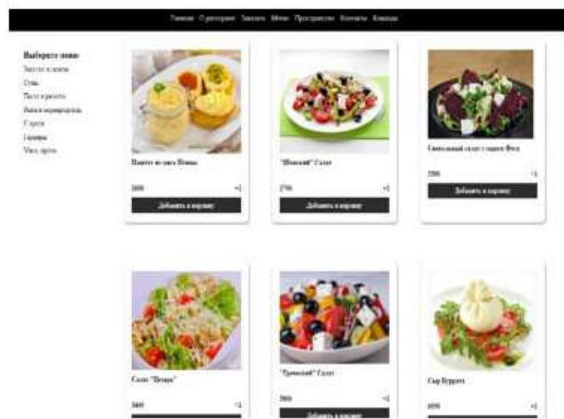


5 сурет – Users кестесі

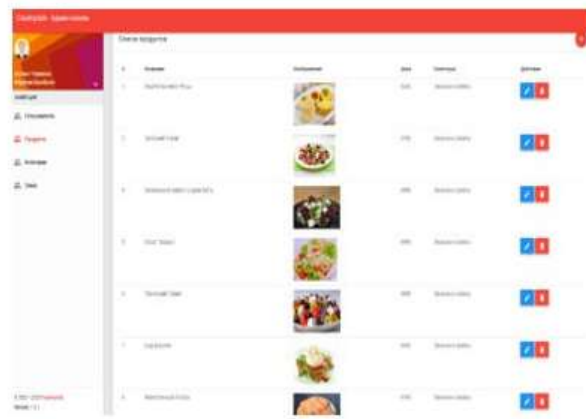
Мейрамхана веб-сайтына келуші қонақтарға мейрамхана әкімшісін шақырмай-ақ, қажетті уақытта және уақытша үстел брондау мүмкіндігі беріледі.

Сонымен қатар, тамақтарға алдын ала тапсырыс беруге болады. Ол үшін «Меню» бетіне кірсе, толық тағамдар тізімі көрінеді.

Клиент өзіне керек тағамдарды таңдап болған соң, «Корзина» бөліміне кіріп, таңдалған тағамдарды көре алады. Сонымен бірге тағам санын өзгертуге болады. Тағам саны өзгерген сайын бағасы да сәйкесінше өзгере бастайды. Осы аталғандарды жасап болған соң, админ панельде берілген тапсырыстар толықтай көрініп тұрады (6 сурет).



6 сурет – Мәзірдегі тамақтар тізімі



7-сурет – Тапсырыстар бөлімі

Сонымен қатар, арнайы тағайындалған қызметкер сайтты тікелей басқаруы керек. Сайтта сатылымға жауап беретін менеджерлердің бірін тағайындау керек. Біріншіден, бұл қызметкер негізгі міндеттерін сайтты жүргізу жұмыстарымен үйлестіруге мәжбүр болады.

Сайтпен жұмыс жасау кезінде бұл қызметкердің міндеттері: сайт каталогын және сайт арқылы келіп түскен өтініштерді толтыру бойынша шаралар қабылдау (7 сурет).

Клиент тапсырыс берген кезде, тапсырыс берген адамның аты, тапсырыс берген уақыты, толық бағасы және комментарийлерін толықтай осы бөлімнен көруге болады.

Веб сайтты мейрамханаға пайдалану сізге кейбір процестерді автоматтандыруға мүмкіндік береді және компания ұсынатын қызметтер туралы ақпаратты әрі қарай таратуға мүмкіндік береді және сәйкесінше менеджмент пен клиенттер арасында байланыс орнатуға көмектеседі.

Мұнда контроллер келіп түскен сұраныстарды өңдейді. Негізінде, бұл сілтемені басқанда немесе батырманы басқанда пайдаланушы кіретін арнайы URL мекенжайларын анықтауды қамтуы мүмкін. Модель серверде сақталатын және өңделетін мәліметтер үшін жауап береді.

Қорыта келгенде, MVC – бұл кодты Model, View және Controller блоктарына бөлуді көздейтін қосымшаны жобалау тәсілі. Контроллер келіп түскен сұраныстарды өңдейді. Модель мәліметтер базасынан белгілі бір сұраныстарды орындау үшін қажетті ақпаратты алады. Көрініс пайдаланушы алатын сұраныс нәтижесін анықтайды.

Әдебиеттер

1. Ашманов И.П., Иванов А.С. Издеу жүйелеріндегі веб-сайттарды оңтайландыру және жылжыту. – Петр, 2011. – 400 б.
2. Christian Dary, AJAX және PHP. Динамикалық веб – қосымшалардың дамуы: Оқулық / Кристиан Дари, Богдан Бринзаре, Филип Черчез – Тоза, Михай Бусика. – М.: Symbol Plus, 2018. –289 б.

References

1. Ashmanov I.P., Ivanov A.S. Optimization and promotion of websites in search engines. – Pyotr, 2011. – 400 p.
2. Christian Dary, AJAX and PHP. Dynamic web application development : a textbook / Christian dari, Bogdan Brinzare, Philip Church –Toza, Mihai Busika – Moscow: Symbol Plus, 2018. – 289 p.

МИРКАСИМОВА Т.Ш. – ст. преподаватель (г. Алматы, Университет Нархоз)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИ MVC ПРИ СОЗДАНИИ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РЕСТОРАНА НА PHP

Аннотация

Для создания интерактивных и динамичных сайтов обычно используется архитектурный паттерн MVC. Статическая страница на HTML не умеет реагировать на действия пользователя. Для двухстороннего взаимодействия нужны динамические веб-страницы. MVC – ключ к пониманию разработки динамических веб-приложений, поэтому разработчику нужно знать эту модель.

Ключевые слова: модель MVC, laravel, PHP, сервер Centos 6, хостинг.

MIRKASIMOVA T.Sh. – senior lecturer (Almaty, Narxoz University)

USING THE MVC MODEL WHEN CREATING A WEB APPLICATION FOR A RESTAURANT IN PHP

Abstract

The MVC architectural pattern is commonly used to create interactive and dynamic sites. A static HTML page does not know how to respond to user actions. Two-way interaction requires dynamic web pages. MVC is the key to understanding dynamic web application development, so a developer needs to know this model.

Key words: MVC model, laravel, PHP, Centos 6 server, hosting.

УДК 656.25

SHINYKULOVA A.B. – PhD (Almaty, Kazakh university ways of communications)

TEACHING ENGLISH IN TECHNICAL UNIVERSITIES

Abstract

Within many technical fields, English has become the shared language of the profession, that is why it is an unseparable part of education in Technical Universities. The challenge for developing and implementing innovative methods and technical standards has become urgent. Traditional methods along with modern technologies and remote monitoring capabilities provide the greatest effectiveness in training technical professionals and increase motivation to study the subject and master global engineering profession. Rapid changes in technology compel students to enhance the ability to speak, listen and read technical English. The article provides a brief overview of the methods used in vocational education and their analysis. The author presents classical and modern methods of teaching English, sets forth the requirements of the MES for the teaching process shows and describes the methods of studying the language, synthesizes the optimal teaching methodology corresponding to ESP applied in a technical University. The analysis of the proposed methodology is given. Psychological and psychophysiological features of information perception and memorization are described. The method of material submission

and interaction with students has been developed. Graduates will have an advantage if they master the means of communication within the global engineering profession.

Keywords: *English for technical students; high professional education; teaching methods for aviation students; multilevel training; complex method; perception method; thematic communication.*

At the end of the XX century there was a "revolution" in the methods of teaching English in Kazakhstan. Previously, all priorities were given to grammar, almost mechanical mastery of vocabulary, reading and literary translation. These are the principles of the "old school," which (you have to hand it to them) did bear fruit, but at what cost? Mastering the language was carried out through long, routine work. Tasks were rather monotonous: reading a text, translation, memorizing new words, retelling exercises from the text. When priorities were given to reading and working on "topics," only one function of language - informative - was realized. Unsurprisingly, only a few knew the language well: only very dedicated and hardworking people could master it at a high level. But in degree of proficiency in grammar they could easily compete with Cambridge graduates! True, they were well compensated for their efforts: the profession of foreign language teacher or translator was considered very prestigious in our country. Nowadays, to achieve what is still a high social status also requires a lot of hard work, persistence and daily effort. The offer is more and more consumer-oriented. Why, for example, would a secretary need to acquire knowledge about the palatalization of consonants or the actual division of English sentences?

The secretary-referent or manager, who has an 8-hour, or, as they say now, "monopoly", office job, is oriented to the development of very specific knowledge and skills, that is, to the consumption of a particular segment of the market of educational offers in English language learning. Language teaching has become applied, whereas before it was relatively abstract and theorized. The functions of the teacher in the educational process have changed considerably. The teacher-mentor, teacher-dictator have been replaced by teacher-observer, teacher-intermediary, teacher-peacemaker and leader. It is the teacher in the majority of modern - Russian and foreign - courses who is the organizer of group interaction. The teacher today is not constrained in their choice: methods and techniques of teaching - from games and training to simultaneous interpretation; in the organization of classes; in the choice of textbooks and teaching aids - from a wide range of domestic publications to the products of Oxford, Cambridge, London, New York and Sydney. The teacher can now select, create, combine, and modify. He is also proficient in various methods of teaching a foreign language. Let's look at the most common ones [1].

Fundamental Methodology. This is really the oldest and most traditional method. The fundamental methodology is seriously relied upon in language schools. An interpreter is never confident in his knowledge of a foreign language; he is well aware of unpredictability of arising speech situations. Studying by the classical method, students not only operate with all kinds of lexical layers, but also learn to look at the world through the eyes of a "native speaker" - a native speaker. Perhaps the most famous representative of the classical method of teaching a foreign language is N. A. Bonk. Her textbooks of English, written in collaboration with other authors, have long been classics of the genre and have withstood the competition of recent years. The classic approach to learning a foreign language. The classical course is aimed at students of different ages and most often involves learning the language "from scratch" [2]. The teacher's tasks include traditional, but important aspects of pronunciation, the formation of a grammatical base, the elimination of the psychological and linguistic barriers to communication. "Classic" has not changed the goals, but the methods, due to the new approach, are already different. The classical approach is based on the understanding of language as a real and full-fledged means of communication, which means that all language components - oral and written speech, listening, etc. - should be developed in a planned way. - All language components - speaking, writing,

listening, etc. - need to be developed in a systematic and harmonious way. Classical methods partly turn language into an end in itself, but this cannot be considered a disadvantage. Such a comprehensive approach aims primarily to develop students' ability to understand and create speech. The method assumes classes with Russian teachers, but this order (although not quite "fashionable") cannot be considered a disadvantage: a non-native speaker teacher has an opportunity to analyze and compare two language systems, compare constructions, convey information better, explain grammar rules, and prevent possible errors [3].

The linguo-sociocultural method. One of the most serious and comprehensive methods of learning a foreign language is the linguo-sociocultural method, which appeals to such a component as the social and cultural environment. Proponents of this method firmly believe that a language loses its life when teachers and students aim to master only "lifeless" lexical and grammatical forms. Someone remarked that "personality is a product of culture. So is language. And the most convincing proof of this is our linguistic errors. The linguo-sociocultural method takes into account the simple fact that 52% of mistakes are made under the influence of the mother tongue, and 44% lie within the language we learn. In the past, the focus was on speech correctness; now, beyond that, the focus is on meaningfulness. What matters is the meaning of the information conveyed, that is, the communicative level, because in any case the ultimate goal of communication is to be understood.

Communicative approach. The first line in the rating of popularity of techniques actively holds the communicative approach, which, as its name suggests, is aimed at the practice of communication. This technique perfectly "works" in Europe and the United States. The communicative method, as its name already implies, is aimed precisely at the possibility of communication. Of the 4 pillars upon which all language training is based (Reading, Writing, Speaking and Listening) we place a great deal of emphasis on the last two. You will not hear particularly complex syntactic structures or serious vocabulary. It would be a mistake to think that the communicative method is only for small talk. The communicative method is designed, first and foremost, to remove the fear of communicating. A person armed with a standard set of grammatical structures and a vocabulary of 600-1000 words can easily find a common language in an unfamiliar country. However, there is also the reverse side of the medal: the clichéd phrases and the poor vocabulary. Add to this a mass of grammatical mistakes and you realize that the only way to avoid the reputation of, let us say, an unintelligent interlocutor is increased attention to partners, knowledge of etiquette and a constant desire to improve. British methods, as representatives of the communicative approach, have a number of distinctive features. The majority of them are developed on the basis of integration of traditional and modern methods of teaching [4].

The differentiation on age groups and the multilevel approach allow the development of an individual human personality, influence its outlook, system of values, self-identification, ability to think. To put it simply, the individual approach, which is popular today, is at the top of the list. All British methods without exception are aimed at the development of four language skills: reading, writing, speaking, and listening. At the same time, great emphasis is placed on the use of audio, video, and interactive resources. Due to the variety of methods, of which one of the leading positions is taken by language technology, British courses help students develop the skills necessary for modern business life (ability to make a report, give a presentation, carry on correspondence and so on). The undeniable "pluses" of British developers are preparation of the course on the basis of authentic material, great attention to stylistics, intention to teach "situational" and "live" English through "real" examples of semi-real characters. Some (but by no means all) methods are characterized by a good systematization of the material. British methods are probably the best option for those who want to learn "real English" or have a specific linguistic training goal.

The intensive method. The intensive method of teaching English is becoming very popular. It helps those for whom the phrases "time is money" and "money is time" are

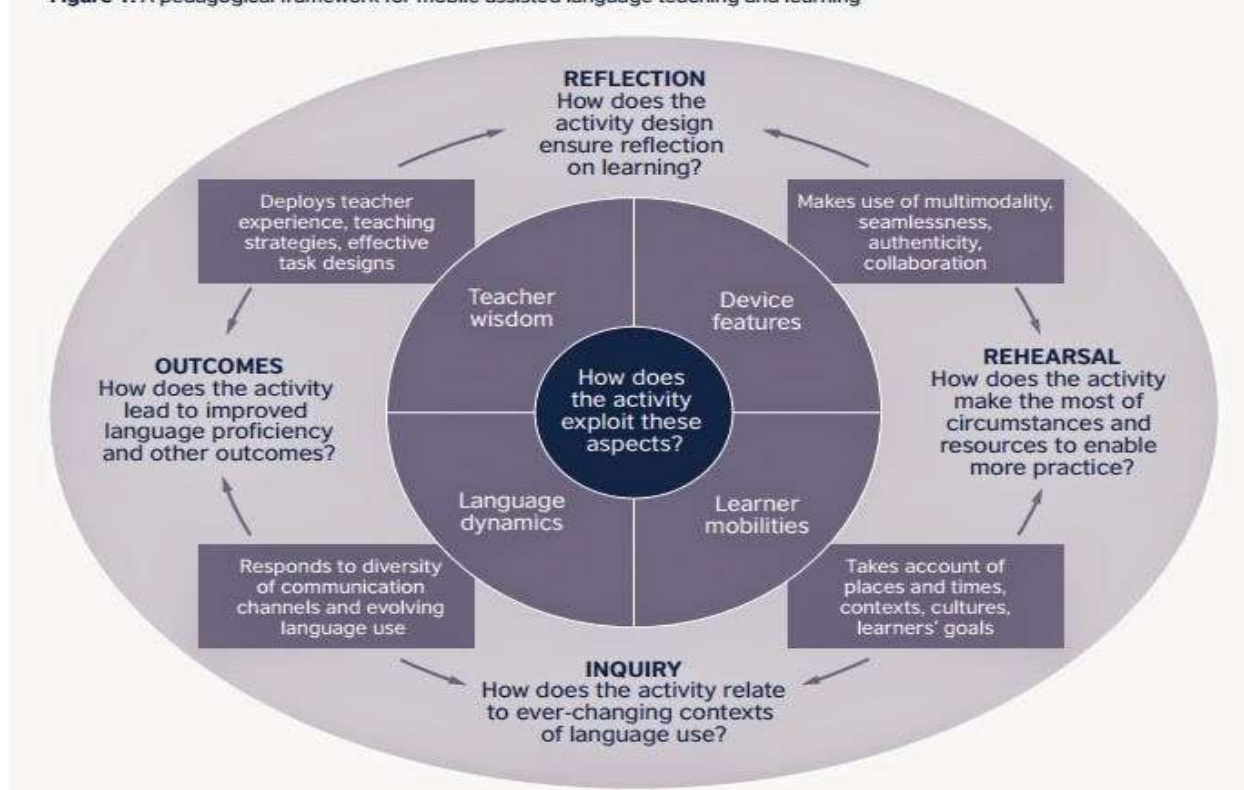
equivalent. To study English intensively allows for a high degree of boilerplate - this language consists of clichés by 25%. Memorizing and practicing a certain range of "stable expressions", you will basically be able to explain yourself and understand your interlocutor. As for the timing, then learn even the most basic level of English "in two weeks" is difficult and in a fantastic dream, but for 2-3 months - already more realistic.

Emotional and semantic method. The Bulgarian psychiatrist Lozanov, who worked with patients according to his own method of psychocorrection, stands at the origins of the emotional and semantic method of learning foreign languages. Kitaygorodskaya School has been working for 25 years using the method of the same name, based on a combination of Lozanov's developments and the fundamental course, and accepts both adults and children.

Preparation for tests and qualification exams. To pass the test effectively, it is best to apply to a language school or courses that have been specializing in preparing students for certain certificates for quite some time (someone is working with the U.S. on the method TOEFL; there are colleges that help get the ESOL certificate of Pitman University (UK); most courses give the opportunity to get the CAE or GMAT).

The tests are divided into levels, and the method of preparation depends primarily on the knowledge base of the student. It should be taken into account that the test does not give any additional knowledge, it is only a check and certification of already existing "baggage". Therefore, test methods do not serve for learning a language: they help students to better present themselves at the exam, encourage them to repeat sections of grammar and vocabulary, orienting them to specific forms of work. The top flight of test methods is preparation for foreign exams. If you are aiming for their successful passing, you need not only knowledge, but also speed, the ability to concentrate, discard unnecessary information, highlight the main thing, as well as the ability to show maximum creativity in writing an essay. Getting a diploma or certificate is a qualification and a guarantee of employment, so it requires a particularly serious approach and preparation. So, in the domestic methodological market there are products for all tastes, and it remains only to decide on the goals, means, and most importantly - methods. Then the choice of courses and training program will not be so difficult [5, 6].

Figure 1: A pedagogical framework for mobile assisted language teaching and learning



Thus, an English teacher is free to choose methods and approaches depending on the tasks he or she faces. In addition to the right choice of methodology, the teacher should motivate the student, especially the student of non-linguistic specialties, or, in other words, to form an interest in learning foreign languages. Today innovations in higher education aimed, firstly, at forming the personality of a university graduate as a professional; secondly, at forming his/her ability to scientific and technical activity; thirdly, at updating the content of the educational process, as well as at reorienting the priorities in the educational process to the process of self-education are of the greatest relevance.

Among the innovative technologies the most promising are:

- 1) "case technologies" (learning on the basis of concrete learning situations);
- 2) reflection as a method of self-knowledge and self-assessment and as the technology itself - diagnostic and developing;
- 3) training technologies (training business communication, personal development, communicative skills);
- 4) project method. "CaseStudy" consists of several stages: at the first stage there is a study of the text with the description of the situation. The task of students is to find out the essence of the problem independently and determine their own position in assessing the situation, think through the answers to the questions and find concrete ways to solve the problem. The second stage includes work in small groups, exchange of opinions on the circle of problems. Intellectual leaders who are able to suggest ways of solving problems after a group discussion are singled out. The third stage of this technology consists in a group discussion of the problem under the guidance of the teacher. The group expresses its point of view, and the teacher's task is to skillfully guide the process of analyzing the situation, while involving as many students as possible in the discussion [7].

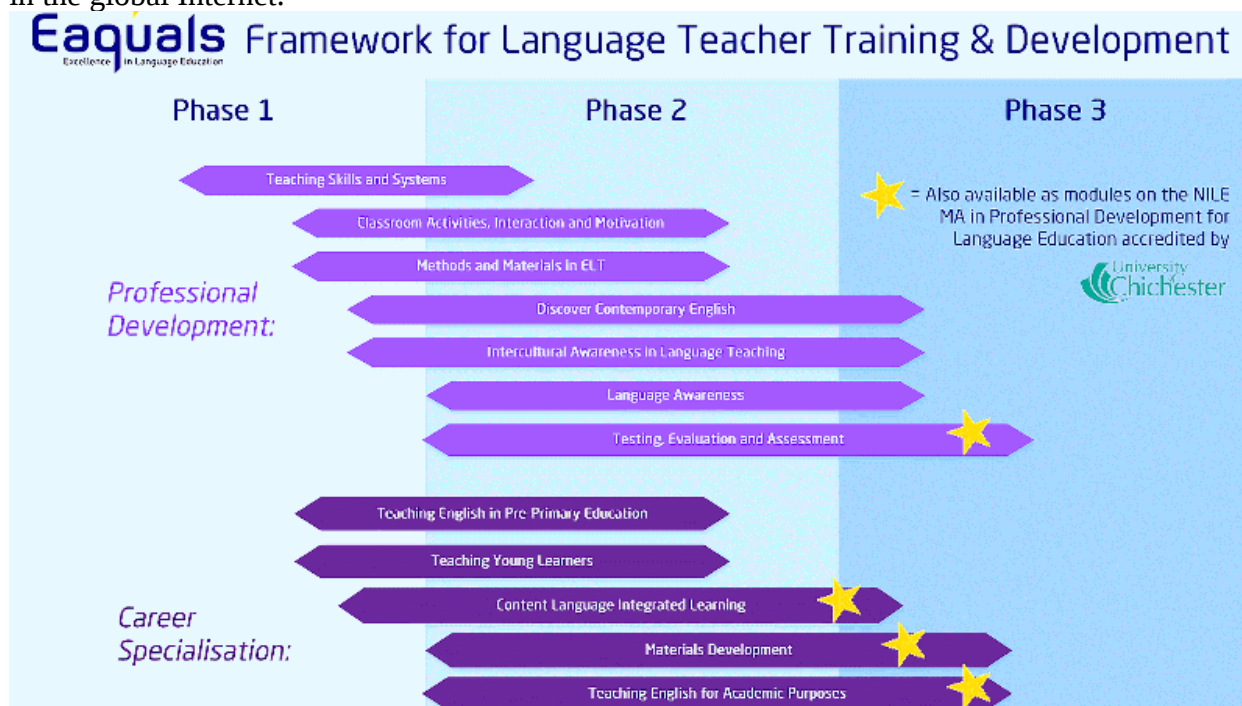
Nevertheless, there are numerous advantages to use cases while teaching a foreign language. Study cases help to:

- 1) develop and raise critical thinking (application/synthesis/evaluation) and reflective learning in the learner;
- 2) develop problem solving skills;
- 3) improve the student's organizational skills – as case studies are sometimes very dense in information, the key is to condense this information into logical sections and organize them so that a clear picture of the problem/issue can be understood;
- 4) enhance communication skills – case studies can be used to improve the student's written and oral communication. Non-verbal communication skills are also practised by using case studies;
- 5) train managerial communication skills such as holding a meeting, negotiating a contract, giving a presentation etc. Case studies force students into real-life situations to require them to get involved in managerial communication;
- 6) enhance the listening/cooperative learning skills;
- 7) encourage collaborative learning and team-working skills in the language learner;
- 8) get you thinking and brainstorming;
- 9) connect theory and practice;
- 10) allow students' naive questions to precipitate profound change in approach;
- 11) teach students that there may not be one «right» answer, after all;
- 12) encourage attention to and self-consciousness about assumptions and conceptions;
- 13) reflect the contextual, situated, complex nature or knowledge;
- 14) build partnership/collegiality among learners and teacher;
- 15) get students to be active, not passive. Provide both possibilities for all learners to be successful and a variety of roles.

Among the variety of modern pedagogical technologies of foreign language teaching the technology of project activities deserves close attention. The use of this technology develops students' skills of collective interaction, the ability to work creatively in a team, the ability to accept others' opinions and defend their own. This technology of learning provides activation of personal qualities of students, providing freedom in choosing the theme of the project and further work on it. At the heart of the technology of project activities is the project method.

The word "project" is used in modern language in the sense of "to plan", "to develop". The educational project is a joint educational and cognitive, creative or game activity of students that has a common goal. The project method is a developed technology of using an educational project. Coordinated methods, methods of activity, are aimed at achieving a common result on the solution of some problem, significant for the participants of the project. In the discussion among educators, such designations as project classes aimed at project work, project weeks, and project work are used. The boundaries between these designations are fluid, as there is some terminological vagueness. "Project method" assumes the fact that at the center of the educational process is the active independent activity of the student aimed at creating a specific product, as a result of solving a separate problem taken from real life.

Mastering the technique of organizing the project method contributes to the development of intellectual skills of critical thinking, skills of working with information, as well as the ability to work in collaboration. These skills form the basis for successful project activities of students in the global Internet.



The use of project technology provides an opportunity for students to participate in international telecommunication projects. International telecommunication projects, which are organized in the global Internet network and include a relevant, significant for young people around the world, are a stimulus for cognitive activity, interest in mastering a foreign language to understand and be understood, acquisition of skills to work with reference and other additional literature, which is a resource of the Internet environment, as well as forming the ability to be open and interact with their foreign peers, including those who acquire the profession of engineering.

Multimedia, representing a special kind of computer technology that combines both traditional static visual information (text, graphics) and dynamic (speech, music, video fragments, animation), causing the simultaneous impact on the visual and auditory senses of

students, which allows the creation of dynamically developing images in different information representations (auditory, visual). A characteristic feature of Multimedia technologies in comparison with traditional in the educational process is the presentation of information not only in the form of text, but also in the form of images, which allow to concentrate the attention of students, contribute to a better understanding, comprehension and memorization.

Emotional excitement that students experience when working with multimedia systems activates the processes of perception of attention, comprehension, memorization. It is thought that this orientation of learning organization creates favorable conditions for active, creative and productive activity of students, stimulates speech and thinking activity, and significantly increases the effectiveness of the learning process [8].

Profession-oriented teaching of a foreign language in non-language universities requires a new approach to the selection of content. It should be oriented to the latest achievements in a particular sphere of human activity, timely reflect scientific achievements in the spheres directly affecting professional interests of students, provide them with the opportunity for professional growth. Thus, it will be legitimate to consider the content of foreign language teaching in higher education as a set of what students should learn in the learning process so that the quality and level of foreign language proficiency corresponded to their needs and goals, as well as the goals and objectives of this level of training. The selection of content is designed to promote versatile and holistic formation of the student's personality, preparing him/her for future professional activities. The essence of professionally oriented teaching of a foreign language consists in its integration with special disciplines in order to gain additional professional knowledge and form professionally significant personal qualities. Training specialists in non-linguistic universities consists in forming communicative skills, which would allow carrying out professional contacts in a foreign language in different situations.

The main and ultimate goal of training is to ensure that students of non-linguistic specialties have an active command of a foreign language as a means of forming and articulating thoughts in the field of everyday communication and in the field of the relevant specialty. Thus, professionally oriented is understood as teaching based on taking into account the needs of students in learning a foreign language, dictated by the characteristics of the future profession or specialty, which, in turn, requires its study. The term "professionally-oriented learning" is used to refer to the process of foreign language teaching in a non-linguistic university, focused on reading literature on the specialty, studying professional vocabulary and terminology, and recently - on communication in the sphere of professional activity [9,10].

References

1. The modern methodology of teaching a foreign language : a manual for teachers / N.D. Galskova. – Moscow: ARKTI-Glossa, 2000. – 165 p.
2. Bashmakova I.S. On the formation of professionally-oriented communicative competence of students of non-linguistic universities / I.S. Bashmakova // Modern approaches to the levels of learning and criteria of evaluation in the preparation of foreign language specialists-not philologists: collection of scientific papers – M.: Bulletin of MSLU, 2003. – Editor's note. 447. – p. 38-40.
3. Samptsov P.I. Vocationally-oriented teaching of foreign language at non-language faculties of universities / P.I. Samptsov, O.Y. Ivanova. – Orel: OGU, 2005. – p. 114-118.
4. Kolker Ya.M. Practical methods of teaching a foreign language / Ya.M. Kolker, E.S. Ustinova, T.M. Enalieva. – M.: Publishing Center "Academy", 2001. – 264 p.
5. Kuznetsova G.P. Training in professional communication at a technical university / G.P. Kuznetsova, V.P. Veretennikova, N.V. Chugunova // Naukovi prazi ONAZ im. O.S. Popova. - 2007. – No. 1. – pp. 101-103.
6. Passov E.I. Communicative method of teaching foreign language speaking: [manual for teachers] / E.I. Passov. – M.: Enlightenment, 1991. – 223 p.

7. Sinelnikov A.P. Psychology of teaching foreign languages / A.P. Sinelnikov. – Н.: Publishing house of the group "Basis", 2009. – 128 p. Harmer Jeremy The Practice of English Language Teaching / Jeremy Harmer. – Essex.: Pearson Education Limited, 2007. – 448 p.
8. Agabekyan I.P. English for universities: studies. allowance. – М.: Prospectus, 2006. – 317 p.
9. Vaysburd M.L. Use of learning and speech situations in teaching oral speech in a foreign language. – Obninsk: Title, 2001. – 128 p.

ШИНЫКУЛОВА А.Б. – PhD (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Аннотация

Важную роль в современном техническом ВУЗе занимает изучение английского языка. Актуальной становится проблема разработки и внедрения инновационных методов преподавания английского языка. Важно, что традиционные методы в сочетании с современными технологиями и возможностями удалённого мониторинга дают наибольшую эффективность при языковом обучении, также повышая интерес и мотивацию студентов к изучению предмета. В данной статье приводится краткий обзор методов, применяемых при профессионально-профилированном обучении и их анализ. Автором представлены классические и современные методики преподавания английского языка, приведены требования МОН к процессу обучения, показаны и описаны методы изучения языка и произведён синтез оптимальной методики преподавания, соответствующий методике ESP в применении к процессу обучения в техническом вузе. Проведён анализ эффективности предлагаемой методики, кратко описаны психологические и психофизиологические особенности восприятия и запоминания информации обучающимся, а также выведена методика подачи материала и взаимодействия со студентами, что наиболее актуально на сегодняшний день.

Ключевые слова: английский для студентов технических высших учебных заведений; высшее профессиональное образование; многоуровневая подготовка; непрерывное обучение; комплексный метод; восприятие информации; тематическое общение.

ШИНЫКУЛОВА А.Б. – PhD (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)

ТЕХНИКАЛЫҚ ЖОО-ДА АҒЫЛШЫН ТІЛІН ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІ

Аңдатпа

Қазіргі техникалық университетте ағылшын тілін оқыту маңызды рөл атқарады. Ағылшын тілін оқытудың инновациялық әдістерін әзірлеу және енгізу проблемасы өзекті болып отыр. Дәстүрлі әдістер заманауи технологиялармен және қашықтықтан бақылау мүмкіндіктерімен бірге тілдік оқытуда үлкен тиімділік береді, сонымен қатар студенттердің пәнді оқуға деген қызығушылығы мен ынтасын арттырады. Бұл мақалада кәсіби-бейінді оқытуда қолданылатын әдістерге қысқаша шолу және оларды талдау келтіріледі. Автор ағылшын тілін оқытудың классикалық және заманауи

әдістемелерін ұсынды, БФМ-нің оқу процесіне қойылатын талаптарын көрсетті, тілді оқыту әдістерін көрсетті және сипаттады және техникалық ЖОО-да оқу процесіне қолдануда ESP әдістемесіне сәйкес оқытудың оңтайлы әдістемесінің синтезі жүргізілді. Ұсынылған Әдістеменің тиімділігіне талдау жүргізілді, білім алушылардың ақпаратты қабылдауы мен есте сақтауының психологиялық және психофизиологиялық ерекшеліктері қысқаша сипатталды, сондай-ақ материалды ұсыну әдістемесі және студенттермен өзара іс-қимыл жасалды, бұл бүгінгі күні ең өзекті болып табылады.

Түйін сөздер: техникалық жоғары оқу орындарының студенттеріне арналған ағылшын тілі; жоғары кәсіптік білім; көп деңгейлі дайындық; үздіксіз оқыту; кешенді әдіс; ақпаратты қабылдау; тақырыптық қарым-қатынас.