

## МАЗМҰНЫ

<b>Бегентаев М. М., Абишев К. К.</b> Машина жасау саласы үшін білікті кадрларды даярлау тәжірибесі .....	6
<b>Кокаев У. Ш., Бектаев Б. Б., Касенов А. Ж., Жумашева Ж. Т.</b> Автомобиль көлігінде қолданылатын сұйылтылған көмірсутекті газдың физикалық-химиялық қасиеттерін талдау .....	16
<b>Макушев Ю. П., Рындин В. В., Волкова Л. Ю.</b> Дизелді жабдық жабдықтың өткізуші күштерімен операциялары .....	24
<b>Жолдыбаев Ш. С., Омаров Ж. М., Жандалинова К. А., Оразова Д. К.</b> Үш қабатты аражабын плиталарының темірбетон арқалықты фрагменттерінің жарықшақтық төзімділігі .....	38
<b>Кокаев У. Ш., Бектаев Б. Б., Абишев К. К., Болысбекова С. Т.</b> Автокөлік кешенінің дисперсиялық бөлшектермен атмосфераны ластауын жалпылама талдау .....	53
<b>Омаров Ж. М., Жолдыбаев Ш. С., Жандалинова К. А., Оразова Д. К.</b> Жабын плиталары фрагменттерінің көтергіш қабілеті .....	63

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Абишев Кайратолла Кайроллинович – к.т.н., профессор (главный редактор);  
Касенов Асылбек Жумабекович – к.т.н., профессор (заместитель  
главного редактора);  
Мусина Жанара Керейовна – к.т.н., профессор (ответственный секретарь);  
Шокубаева Зауреш Жанатовна – технический редактор.

### Члены редакционной коллегии:

Гумаров Гали Сагингалиевич – д.т.н., профессор (Уральск, Республика Казахстан);  
Калиакпаров Алтай Гиндуллинович – д.т.н., профессор (Нур-Султан, Республика Казахстан);  
Клецель Марк Яковлевич – д.т.н., профессор (Павлодар, Республика Казахстан);  
Украинец Виталий Николаевич – д.т.н., профессор (Павлодар, Республика Казахстан);  
Шеров Карибек Тагаевич – д.т.н., профессор (Караганды, Республика Казахстан);

### Зарубежные члены редакционной коллегии:

Baigang Sun – DrSc., professor (Пекин, Китай);  
Gabriele Comodi – PhD, assoc. professor (Анкона, Италия);  
Jianhui Zhao – PhD, assoc. professor (Харбин, Китай);  
Khamid Mahkamov – DrSc., professor (Ньюкасл, Великобритания);  
Magin Lapuerta – DrSc., professor (СьюДад Реал, Испания);  
Mareks Mezitis – Dr.Sc.Ing., assoc. professor (Рига, Латвия);  
Petr Bouchner – PhD, professor (Прага, Чехия);  
Ronny Berndtsson – DrSc., professor (Лунд, Швеция);  
Барзов Александр Александрович – доктор технических наук, профессор (Москва,  
Российская Федерация);  
Бочкарев Петр Юрьевич – д.т.н., профессор (Саратов, Российская Федерация);  
Витвицкий Евгений Евгеньевич – д.т.н., профессор (Омск, Российская Федерация);  
Иванчина Эмилия Дмитриевна – д.т.н., профессор (Томск, Российская Федерация);  
Лазарев Владислав Евгеньевич – д.т.н., профессор (Челябинск, Российская Федерация);  
Мягков, Леонид Львович – к.т.н., доцент (Москва, Российская Федерация);  
Чайкин Владимир Андреевич – д.т.н., профессор (Магнитогорск, Российская Федерация);  
Янюшкин Александр Сергеевич – д.т.н., профессор (Чебоксары, Российская Федерация);

<b>Канаев А. Т., Мазур И. П., Ахмедьянов А. У., Джаксымбетова М. А.</b>	
Көпше регрессионды пайдалану сандық бағалау үшін талдау беріктелген арматуралық профильдердің қасиеттері.....	75
<b>Ибраева Ж. Т., Канаев А. Т., Джаксымбетова М. А.</b>	
Халықаралық көлік дәліздерінің инфрақұрылымы .....	86
<b>Ракишев А. К., Шеров К. Т., Доненбаев Б. С., Совет Н. Ә.</b>	
NX CAE бағдарламасында ротациялық-фрикциялық құралдың негізгі бөлшектерінің қатаңдығын зерттеу .....	96
<b>Тулбекова А. С., Алдунгарова А. К., Жанкина А.</b>	
Құрылыстағы техникалық реттеу заманауи жағдайы .....	104
<b>Жунусов А. К., Быков П. О., Касимгазинов Ә. Д., Тоқтар Д.</b>	
«Кастинг» ЖШС ПФ жағдайында қаттылығы V топтағы болат ұнтақтау шарларын өндіру технологиясын жетілдіру .....	115
<b>Жунусов А. К., Быков П. О., Касимгазинов Ә. Д., Тоқтар Д.</b>	
«Кастинг» ЖШС ПФ жағдайында өндірілген қаттылықтың 5 тобы құм шарларының қаттылығына хром әсері.....	122
Мерейтойлық күндер .....	129
Авторларға арналған ережелер.....	133
Жарияланым этикасы.....	139

# НАУКА И ТЕХНИКА КАЗАХСТАНА

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ ПАВЛОДАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ С. ТОРАЙГЫРОВА

Импакт-фактор  
РИНЦ – 0.270

Подписной  
индекс-76129

КОРРЕКТОРЫ:  
А. Р. Омарова,  
Д. А. Жумабекова

ВЕРСТКА:  
Д. А. Жумабекова

© ПГУ им. С. Торайгырова

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Бегентаев М. М., Абишев К. К.</b> Опыт подготовки квалифицированных кадров для машиностроительной отрасли.....	6
<b>Кокаев У. Ш., Бектаев Б. Б., Касенов А. Ж., Жумашева Ж. Т.</b> Анализ физико-химических свойств сжиженного углеводородного газа, применяем на автомобильном транспорте .....	16
<b>Макушев Ю. П., Рындин В. В., Волкова Л. Ю.</b> Особенности эксплуатации топливной аппаратуры дизеля с замкнутым объемом форсунок .....	24
<b>Жолдыбаев Ш. С., Омаров Ж. М., Жандалинова К. А., Оразова Д. К.</b> Трещиностойкость железобетонных балочных фрагментов трехслойных плит перекрытий .....	38
<b>Кокаев У. Ш., Бектаев Б. Б., Абишев К. К., Большбекова С. Т.</b> Анализ загрязнения воздуха дисперсными частицами автомобиля .....	53
<b>Жолдыбаев Ш. С., Омаров Ж. М., Жандалинова К. А., Оразова Д. К.</b> Несущая способность фрагментов плит перекрытий .....	63
<b>Канаев А. Т., Мазур И. П., Ахмедьянов А. У. Джаксымбетова М. А.</b> Использование множественного регрессионного анализа для количественной оценки механических свойств упрочненных арматурных профилей .....	75
<b>Ибраева Ж. Т., Канаев А. Т., Джаксымбетова М. А.</b> Инфраструктура международных транспортных коридоров .....	86
<b>Ракишев А. К., Шеров К. Т., Доненбаев Б. С., Совет Н. Э.</b> Исследование жесткости опорных частей ротационно-фрикционного инструмента в NX CAE .....	96
<b>Тулбекова А. С., Алдунгарова А. К., Жанкина А.</b> Современное состояние технического регулирования в строительстве .....	104
<b>Жунусов А. К., Быков П. О., Касимгазинов А. Д., Тоқтар Д.</b> Совершенствование технологии производства стальных помольных шаров V группы твердости в условиях ПФ ТОО «Кастинг» .....	115

**Жунусов А. К., Быков П. О.,**

**Касимгазинов А. Д., Тоқтар Д.**

Влияние хрома на твердость помольных шаров 5 группы твердости,  
произведенных в условиях ПФ ТОО «Кастинг»..... 122

Юбилейные даты ..... 129

Правила для авторов ..... 133

Публикационная этика ..... 139

<b>CONTENTS</b>
-----------------

<b>Begentayev M. M., Abishev K. K.</b> Experience in training qualified personnel for the engineering industry .....	6
<b>Kokayev U. S., Bektayev B. B., Kasenov A. Zh., Zhumasheva Zh. T.</b> Analysis of physical and chemical properties of liquefied petroleum gas used in road transport .....	16
<b>Makushev Iu. P., Ryndin V. V., Volkova L. Iu.</b> Features of operation of the diesel fuel equipment with a closed volume forces ....	24
<b>Zholdybaev Sh. S., Omarov Zh. M. Zhanalinova K. A., Orazova D. K.</b> Cracked resistance of reinforced concrete ball fragments of three-layered slabs .....	38
<b>Kokayev U. Sh., Bektayev B. B., Abishev K. K., Bolysbekova S. T.</b> Analysis of air pollution by vehicle disperse particles.....	53
<b>Zholdybaev Sh. S., Omarov Zh. M., Zhanalinova K. A., Orazova D. K.</b> Bearing ability of floor slabs fragments.....	63
<b>Kanayev A. T., Mazur I. P., Ahmedyanov A. U., Dzhaksymbetova M. A.</b> The use of multiple regression analysis to quantify the mechanical properties of the hardened reinforcement profiles.....	75
<b>Ibrayeva Zh. T., Kanayev A. T., Dzhaksymbetova M. A.</b> Infrastructure of international transport corridors.....	86
<b>Rakishiev A. K., Sherov K. T., Donenbayev B. S., Sovet N. A.</b> Studying the rigidity of parts of rotational-frictional tool within NX CAE .....	96
<b>Tulebekova A. S., Aldungarova A. K., Zhankina A.</b> The current state of technical regulation in construction .....	104
<b>Zhunussov A. K., Bykov P. O., Kasimgazinov A. D., Toktar D.</b> Improvement of production technology of steel grinding balls of V hardness group in the conditions of PF LLP «Casting» .....	115
<b>Zhunussov A. K., Bykov P. O., Kasimgazinov A. D., Toktar D.</b> The influence of chromium on the hardness of grinding balls 5 hardness group produced in the conditions of PF LLP «Casting» .....	122
Anniversary date.....	129
Rules for authors .....	133
Publication ethics.....	139

**Бегентаев Мейрам Мухаметрахимович**

д.э.н., профессор, кафедра «Экономика»,  
Факультет государственного управления, бизнеса и права,  
Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова,  
г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан,  
e-mail: mey74@mail.ru

**Абишев Кайратолла Кайроллинович**

к.т.н., профессор, кафедра «Транспортная техника и логистика»,  
Факультет Металлургии, машиностроения и транспорта,  
Павлодарский государственный университет имени С.Торайгырова,  
г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан,  
e-mail: a.kairatolla@mail.ru

**ОПЫТ ПОДГОТОВКИ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ КАДРОВ  
ДЛЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ**

*В статье рассматриваются вопросы подготовки квалифицированных кадров для машиностроительной отрасли и пути ее решения. Подготовка осуществляется по модульным образовательным программам, разработанным на основе предложений и требований работодателей, Дублинских дескрипторов по принципу «от простого к сложному». Представлен опыт работы Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова с предприятиями региона, в том числе и по дуальному обучению.*

*В результате обучения по дуальной системе у студентов вырабатываются профессиональные компетенции, они обеспечиваются трудовым стажем и гарантированным трудоустройством. Также получают дополнительный доход в период обучения.*

*Ключевые слова: подготовка, профессиональные кадры, профессиональное обучение, дуальное обучение, дескрипторы, компетенции, модульная программа, работодатели.*

**ВВЕДЕНИЕ**

Воплощение в жизнь всех ключевых моментов Послания в области образования и поэтапная реализация Государственной программы развития образования в Республике Казахстан на 2011–2020 гг. по сути определяют формирование и содержательное наполнение национальных квалифицированных рамок уровней образования.

На сегодня все уровни образования институционально обеспечены сетью соответствующих организаций, содержание и структура высшего образования приведены в соответствие с параметрами Болонского процесса. Функционирует трехуровневая система высшего и послевузовского образования и в ПГУ имени С. Торайгырова:

- бакалавриат – уровень высшего образования;
- магистратура, докторантура – послевузовский уровень образования.

Выполнение параметров Болонского процесса включает комплексный подход к модернизации различных компонентов, главный из которых – качественный пересмотр образовательных программ, ориентированных на результаты

обучения. В основе образовательной программы положен компетентностный подход, обеспечивающий личную и профессиональную социализацию в процессе обучения [1–4].

Принятые Национальные рамки квалификации по своей структуре согласованы с Европейскими рамками квалификаций, а по содержанию они должны учитывать предложения и требования работодателей и основываться на Дублинских дескрипторах [5].

Дублинские дескрипторы Совместной инициативы качества (JQI) для бакалавров и магистров были впервые представлены в марте 2002 года.

Полная система Дублинских дескрипторов определяет:

1 Квалификации первого уровня:

- демонстрация знаний и пониманий в области обучения, которые базируются на общем среднем образовании и некоторые аспекты, сформированные знанием передовых позиций в области обучения;
- обладать умением собирать и интерпретировать необходимые данные для формирования взглядов;
- передача информации, идей, проблем и решения аудитории, состоящей как из специалистов, так и неспециалистов;
- выработка навыков обучения, которые необходимы для осуществления дальнейшего обучения с большой степенью самостоятельности.

2 Квалификации второго уровня:

- демонстрация знаний и понимание бакалаврского уровня и расширение и/или усиление его, а также создание фундамента или возможности для проявления оригинальности в выдвижении и/или применении идей;
- применение своих знаний и способность решать задачи в новой или незнакомой среде в широком (или междисциплинарном) контексте, относящемся к их области обучения;
- обладание способностью интегрировать знания, справляться со сложностями информирования суждений на основе не полной или ограниченной информации, в которых отражается осознание социальной и этической ответственности за применение этих знаний и суждений;
- четко и ясно передавать свои выводы, а также лежащие в их основе знания и соображения, аудитории из специалистов и неспециалистов;
- обладание навыками обучения, позволяющие осуществлять дальнейшее обучение с большой степенью самостоятельности и саморегулирования.

3 Квалификации третьего уровня:

- демонстрация систематических пониманий области обучения и владение навыками и методами исследований, связанных с этой областью;
- демонстрация способности думать, планировать, осуществление и применение серьезного процесса исследований с научной достоверностью;
- способность внести вклад в рамках оригинального исследования в новых областях знаний путем проведения масштабной научно-исследовательской

работы, материалы которой публикуются или упоминаются в национальных или международных источниках;

– способность к критическому анализу, оценке и синтезу новых и сложных идей.

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В соответствии с Государственной программой развития образования Республики Казахстан на 2011–2020 гг., поставлены задачи улучшения взаимосвязи с рынком труда; повышение компетенций выпускников; обновления содержания, методологий и соответствующей среды обучения. Модульные программы, основанные на компетенциях, способствуют решению этих задач [3].

Разработка и реализация модульных образовательных программ предполагает наличие постоянной обратной связи с требованиями работодателей к умениям и знаниям работников, что обеспечивает качество подготовки будущих специалистов. Модульная образовательная программа, основанная на компетенциях, находится в русле концепции обучения в течение всей жизни, поскольку имеет целью формирование высоко-квалифицированных специалистов, способных адаптироваться к изменяющейся ситуации в сфере труда, с одной стороны, и продолжать профессиональный рост и образование – с другой [6, 7].

Данный подход к обучению позволяет создать ощущение успешности у каждого обучающегося, что создает самой организацией учебного процесса, в рамках которого обучающийся может и должен сам управлять своим обучением, это приучает его брать ответственность за собственное обучение, а в дальнейшем – за собственный профессиональный рост и карьеру.

Таким образом, потребитель будет удовлетворен образованием, он может совершенствовать его в течении жизни, реагируя на изменения на рынке труда.

Алгоритм формирования модульных образовательных программ по реализации Дублинских дескрипторов:

1 Изучение нормативно-правовых актов, профессиональных стандартов по специальности для выявления основных требований к содержанию дисциплин модуля и формируемых компетенций с учетом Дублинских дескрипторов;

2 Выявление междисциплинарных соответствий для формирования модуля и компетенций;

3 Изучение рынка труда и требований работодателей к будущим специалистам;

4 Полное и четкое описание программы (направление/профиль, специальность), цели и задачи;

5 Определение соответствующих профилю программы результатов обучения в терминах общих и специальных компетенций [8].

Набор изучаемых модулей позволяет сформировать компетенции для осуществления экономической деятельности предприятия, направленной на повышение эффективности и рентабельности производства, качества выпускаемой и освоение новых видов продукции, достижение высоких конечных результатов при оптимальном использовании материальных, трудовых и финансовых ресурсов.



Процедура планирования модульных образовательных программ обучающихся выстроена в полном соответствии с требованиями кредитной технологии. Образовательные программы бакалавриата, магистратуры, докторантуры разработаны с учетом принципов модульной системы обучения. Все образовательные программы сегментируются на равнозначные сферы компетенций, которые и определяют формулировку названий соответствующих модулей. В состав модулей включается набор дисциплин, изучение которых приводит к формированию искомых компетенций.

Для всех трех уровней образования модульная образовательная программа строится по принципу «от простого к сложному» с учетом различий компетенции и требований работодателей.

Машиностроение является одной из ключевых отраслей мировой промышленности, уровень развития которой отражает уровень экономики страны. Довольно часто предприятия машиностроительной отрасли испытывают потребность в квалифицированных кадрах.

Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова осуществляет подготовку специалистов для машиностроительной отрасли по следующим специальностям:

- Нефтегазовое дело;
- Машиностроение;
- Транспорт, транспортная техника и технологии;
- Приборостроение;
- Технологические машины и оборудование;
- Стандартизация и сертификация.

Университет сотрудничает со многими производственными предприятиями региона и страны, где студенты проходят производственные и преддипломные практики, а выпускники устраиваются на работу. Ряд предприятий спонсируют развитие материальной базы университета по данным направлениям (ТОО «ЛНХЗ», ТОО «Проммашкомплект»). По вышеуказанным специальностям это следующие предприятия:

- ПФ ТОО «KSP Steel»;
- ТОО «Павлодарский нефтехимический завод»;
- АО «Алюминий Казахстана»;
- АО «ERG Servise»;
- ТОО «Проммашкомплект»;
- АО «Вагонсервис»;
- ТОО «Павлодарский завод трубопроводной арматуры»;
- ПФ АО «Казтемиртранс» и другие.

Трудоустройство выпускников выступает одним из важнейших индикаторов эффективности работы вуза на современном этапе. Показатели трудоустройства выпускников университета за последние три года представлены в таблице 1.

Средний процент трудоустройства выпускников ПГУ имени С.Торайгырова составляет 76 %.

В настоящее время в Республике Казахстан отрасль машиностроения испытывает значительные системные проблемы, которые в целом влияют на развитие отрасли и являются также тормозом для развития большинства связанных отраслей промышленности, таких как легкая промышленность, химическая, горно-металлургический комплекс, энергетика и другие.

Одной из наиболее актуальных проблем, на сегодняшний день, является нехватка высококвалифицированных кадров. Стоит отметить также, что качество персонала предприятия и его кадровый потенциал являются важнейшим фактором успеха любых экономических реформ [9–12].

Причинами низкой подготовки кадров являются:

- содержания образовательных программ, в большинстве случаев, соответствуют старым стандартам и носят больше теоретический характер;
- состояние учебно-лабораторной базы давно не соответствует экономическим реалиям, темпы ее устаревания значительно опережают скорость обновления производственных мощностей;
- квалификация профессорско-преподавательского состава во многом не соответствует задачам, которые ставит производство перед системой образования;
- методы и технологии профессионального обучения, существующие уже десятки лет, и направленные на простое воспроизведение обучающимися учебного материала, перестали быть эффективными;
- формальное участие работодателей в подготовке кадров, в том числе при прохождении производственных практик обучающимися.

Таблица 1 – Трудоустройство выпускников

№	Шифр и наименование специальности	2017		2018		2019	
		Выпуск, человек	% трудоустройства	Выпуск, человек	% трудоустройства	Выпуск, человек	% трудоустройства
1	6В07201 - Нефтегазовое дело	32	70	29	65	31	75
2	6В07102 - Машиностроение	36	66	26	53	35	42
3	6В07103 - Транспорт, транспортная техника и технологии	19	50	19	78	41	41
4	6В07104 - Приборостроение	28	60	18	55	19	57
5	6В07110 – Технологические машины и оборудование	11	45	14	50	21	55
6	6В07501 - Стандартизация и сертификация	5	100	9	66	30	50

Для повышения уровня подготовки кадров необходимо создание тесного взаимодействия между университетами и производственными предприятиями. Это позволит обеспечить решение указанных недостатков.

В этом случае содержания образовательных программ формируется по заказу и при участии работодателей, которые, помимо этого, имеют возможность распределять объем учебного материала по дисциплинам и внедрение новых. Увеличивается роль практико-ориентированной подготовки будущих специалистов. Достигается это путем увеличения практической составляющей учебного процесса и проведения занятий непосредственно на рабочем месте.

Совместная подготовка кадров обеспечит непосредственный доступ и обучение обучающихся на современном технологическом оборудовании отечественного и зарубежного производства, интенсивно внедряемом на предприятиях. В результате выпускники вузов будут готовыми к самостоятельному осуществлению профессиональной деятельности и соответственно сокращается период адаптации.

Для соответствия квалификации профессорско-преподавательского состава задачам, которые ставит производство перед системой образования необходимо обеспечить прохождения преподавателями производственных стажировок непосредственно на предприятиях. Также данную проблему можно решить путем привлечения к преподаванию специалистов-производственников.

Немаловажным элементом в подготовке кадров является качественное прохождение производственных практик. Во время практик обучающиеся получают первичные профессиональные навыки. Производственная практика предусматривает прохождение и закрепление полученных теоретических знаний непосредственно на предприятии, где обучающиеся, которым через некоторое время предстоит влиться в трудовые коллективы предприятий, не просто знакомятся с технологическим процессом, а работают на конкретных рабочих местах, познавая эти процессы изнутри.

Наиболее распространенная и признанная форма подготовки кадров, которая комбинирует теоретическое обучение в учебном заведении и производственное обучение на производственном предприятии – это система дуального образования.

Опыт использования дуальной системы обучения показал следующие преимущества этой системы по сравнению с традиционной:

- дуальная система подготовки специалистов устраняет основной недостаток традиционных форм и методов обучения – разрыв между теорией и практикой;
- в механизме дуальной системы подготовки заложено воздействие на личность специалиста, создание новой психологии будущего работника;
- дуальная система обучения работников создает высокую мотивацию получения знаний и приобретения навыков в работе, т.к. качество их знаний напрямую связано с выполнением служебных обязанностей на рабочих местах;
- заинтересованностью руководителей соответствующих учреждений в практическом обучении своего работника;
- учебное заведение, работающее в тесном контакте с заказчиком, учитывает требования, предъявляемые к будущим специалистам в ходе обучения.

К основным преимуществам дуального обучения можно отнести то, что обеспечивается высокий процент трудоустройства выпускников, так как они полностью отвечают требованиям работодателя.

В Павлодарском государственном университете имени С. Торайгырова система дуального обучения, при котором 40 % занятий проводится на производстве, осуществляется совместно:

– с ТОО «Павлодарский нефтехимический завод» по специальностям «Нефтегазовое дело» и «Химическая технология органических веществ»;

Элементы дуального обучения:

– с ПФ ТОО «KSP Steel» по специальностям «Металлургия», «Машиностроение», «Технологические машины и оборудование», «Электроэнергетика», «Автоматизация и управление», «Стандартизация и сертификация».

Реализацию дуального обучения рассмотрим на примере специальности «Нефтегазовое дело». Обучение в рамках данной специальности проводится по образовательной программе «Техническое обслуживание и ремонт оборудования в нефтегазовой и нефтехимической промышленности» на 3 и 4 курсах. Ежегодно ТОО «Павлодарский нефтехимический завод» совместно с преподавателями университета осуществляет отбор обучающихся в дуальную группу в количестве 15 человек.

В этот период обучающиеся два дня в неделю обучаются практическим знаниям на заводе, остальное время – в университете. Все они обеспечиваются заводом компенсационной выплатой и дотацией на питание.

Согласно учебному плану на заводе проводится 42 % дисциплин от общего числа модульной образовательной программы, такие как «Организация системы технического обслуживания и ремонта», «Техническое обслуживание и ремонт насосов и компрессорных установок», «Техническая диагностика машин и оборудования» и другие.

## ВЫВОДЫ

В результате обучения по дуальной системе у студентов вырабатываются профессиональных компетенций, обеспечиваются трудовым стажем и гарантированным трудоустройством. Также получают дополнительный доход в период обучения.

Для привлечения молодых специалистов на производство нами используется проведения профориентационной работы университета совместно с производственными предприятиями среди обучающихся старших курсов.

Немаловажным мероприятиям по достижению указанной цели является также

- профессиональная сертификация студентов на стадии обучения в вузе.
- создание специализированных лаборатории на базе учебного заведения;
- организация гостевых лекций ведущими специалистами производства;

Таким образом, внедрение системы дуального обучения позволит повысить уровень подготовки специалистов и достичь высокой мотивации получения знаний у будущих работников, тем самым обеспечит привлечение молодежи в отрасль.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Послание Президента Республики Казахстан Лидера нации Н. А. Назарбаева народу Казахстана «Стратегия «Казахстан – 2050». Новый политический курс состоявшегося государства». – 14 декабря 2013 г.

2 Закон Республики Казахстан «Об образовании» от 27 июля 2007 года № 319-III ЗРК (с изменениями и дополнениями по состоянию на 10.07.2012 г.).

3 Государственная программа развития образования Республики Казахстан на 2011–2020 гг, утвержденная Указом Президента Республики Казахстан № 1118 от 7 декабря 2010 года.

4 Послание Президента Республики Казахстан Н. Назарбаева народу Казахстана. 31 января 2017 г. «Третья модернизация Казахстана: глобальная конкурентоспособность».

5 Национальная рамка квалификаций, утверждённая протоколом от 16 марта 2016 года Республиканской трёхсторонней комиссией по социальному партнёрству и регулированию социальных и трудовых отношений.

6 Приказ Министра образования и науки Республики Казахстан от 31 октября 2018 года № 604 «Об утверждении государственных общеобязательных стандартов образования всех уровней образования».

7 Приказ Министра образования и науки Республики Казахстан от 12 октября 2018 года № 563 «О внесении изменения в приказ Министра образования и науки Республики Казахстан от 20 апреля 2011 года № 152 «Об утверждении Правил организации учебного процесса по кредитной технологии обучения»».

8 **Омирбаев, С. М.** Доклад «Реализация дублинских дескрипторов при построении модульной образовательной программы», Павлодар, 2013

9 Отраслевая рамка квалификаций «Машиностроение», утверждённая протоколом Заседания отраслевых комиссий по социальному партнёрству и регулированию социальных и трудовых отношений для горно-металлургической, химической, стройиндустрии и деревообрабатывающей, лёгкой промышленности и машиностроения от 16 августа 2016 года, протокол № 1.

10 Проект Комплексного плана развития машиностроения Республики Казахстан на 2019 – 2030 годы, Министерство по инвестициям и развитию Республики Казахстан. АО «Казахстанский институт развития индустрии» город Астана – 2018 г.

11 Дорожная карта (комплексный план) по развитию машиностроения на 2019–2024 годы. Распоряжение Премьер-Министра Республики Казахстан от 26 июня 2019 года № 115-р

12 Кудерин, М. К., Шерниязов, М. А., Абишев, К. К., Быков, П. О. Организационно-технические проблемы подготовки специалистов в области машиностроения // Наука и техника Казахстана. – № 3. – 2003. – С. 125–139.

Материал поступил в редакцию 16.09.19.

***Бегентаев Мейрам Мұхаметрахимұлы***

э.ғ.д, профессоры, «Экономика» кафедрасы,  
Мемлекеттік басқару, бизнес және құқық факультеті,  
С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,  
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы,  
e-mail: mey74@mail.ru.

***Абишев Кайратолла Кайроллинович***

т.ғ.к, профессоры, «Көліктік техника және логистика» кафедрасы,  
Металлургия, машина жасау және көлік факультеті,  
С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,  
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы,  
e-mail: a.kairatolla@mail.ru

Материал баспаға 16.09.19.түсті.

**Машина жасау саласы үшін білікті кадрларды даярлау тәжірибесі**

*Мақалада машина жасау саласы үшін білікті кадрларды дайындау мәселесі және шешу жолдары қарастырылады. Дайындық жұмыс берушілердің ұсыныстары мен талаптарында, Дублиндік дескрипторларда «қарапайымнан күрделіге» принципі бойынша әзірленген модульдік білім беру бағдарламалары негізінде жүзеге асырылады. С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университетінің өңір кәсіпорындарымен, соның ішінде дуалды оқыту бойынша тәжірибесі ұсынылған.*

*Дуальді жүйе бойынша оқыту нәтижесінде студенттерде Кәсіби құзыреттіліктер әзірленеді, еңбек өтілі мен кепілді жұмысқа орналастырумен қамтамасыз етіледі. Сондай-ақ оқу кезеңінде қосымша табыс алады.*

*Кілтті сөздер: дайындық, кәсіби кадрлар, Кәсіптік оқыту, дуальды оқыту, дескрипторлар, құзыреттер, модульдік бағдарлама, жұмыс берушілер.*

***Begentayev Meyram Mukhametrakhimovich***

Doctor of Economics Sciences, Professor, Department of Economics,  
Faculty of Public Administration, Business and Law,  
S. Toraihyrov Pavlodar State University,  
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan,  
e-mail: mey74@mail.ru

***Abishev Kairatolla Kairollinovich***

Candidate of Technical Sciences, Professor,  
Department of Transport Equipment and Logistics,  
Faculty of Metallurgy, Mechanical Engineering and Transport,

---

---

S. Toraighyrov Pavlodar State University,  
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan,  
e-mail: a.kairatolla@mail.ru  
Material received on 16.09.19.

### **Experience in training qualified personnel for the engineering industry**

*The article deals with the problem of training qualified personnel for the engineering industry and solutions. Training is carried out on the basis of modular educational programs developed on the proposals and requirements of employers, Dublin descriptors on the principle of «from simple to complex». The experience of S. Toraighyrov Pavlodar State University with the enterprises of the region, including dual training, is presented.*

*As a result of training under the dual system, students develop professional competencies, are provided with work experience and guaranteed employment. They also receive additional income during the training period.*

*Keywords: training, professional staff, vocational training, dual training, descriptors, competencies, modular program, employers.*

**Кокаев Умиржан Шералиевич**

т.ғ.к., доцент, «Көлік, көлік техника және технология» кафедрасы, Көлік-энергетика факультеті, Л. Н. Гумилев атындағы Еуразиялық ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: kokayev\_ush@enu.kz.

**Бектаев Бекжан Байрбекұлы**

магистр, оқытушы, «Көлік, көлік техника және технология» кафедрасы, Көлік-энергетика факультеті, Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ., 010000, Қазақстан Республикасы.

**Касенов Асылбек Жумабекович**

т.ғ.к, профессоры, «Машина жасау және стандарттау» кафедрасы, С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: asylbek\_kasenov@mail.ru.

**Жумашева Жұлдыз Талантбековна**

магистрант, Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ., 010000, Қазақстан Республикасы.

**АВТОМОБИЛЬ КӨЛІГІНДЕ ҚОЛДАНЫЛАТЫН СҰЙЫЛТЫЛҒАН  
КӨМІРСУТЕКТІ ГАЗДЫҢ ФИЗИКАЛЫҚ-ХИМИЯЛЫҚ  
ҚАСИЕТТЕРІН ТАЛДАУ**

*Мақалада автомобиль көлігінде қолданылатын сұйытылған көмірсутек газының физикалық-химиялық қасиеттеріне талдау жасалған. Сұйытылған газдардың жіктелуі және оның әлемде қолданылуы келтірілген.*

*Осылайша, автомобиль жабдықтарын газ моторлы отынға ауыстыру автокөлік құнының төмендеуіне алып келеді, ал газ бен отынның бағасы мен бензин бағасының айырмашылығы салдарынан экономиканың барлық секторларындағы және әлеуметтік саладағы шығындардың төмендеуіне алып келеді және өнеркәсіп өндірісі мен өмір сүру деңгейінің өсуін қамтамасыз етеді.*

*Кілтті сөздер: сұйытылған көмірсутек газы, құрамы, пропан, бутан, газ моторлы отын, жабдықтар, автокөлік.*

**КІРІСПЕ**

Сұйылтылған көмірсутекті газды (СКГ) мұнайды, (бензин шығысының  $\approx 30\%$ -ы) газ конденсатын немесе жолай мұнай газды деструктивті өңдеу кезінде жанама өнім ретінде алады.

Сұйылтылған газдарға (СГ) қоршаған ортаның температурасында және салыстырмалы көп емес артық қысымдар кезінде газ тәріздес күйден сұйық күйге ауысатын газдар жатқызылады. Сұйылтылған мұнайлы пропан-бутан газдары иіссіз, түссіз, улы емес, ауадан ауырлау, сұйық түрінде көлемдік кеңеюдің үлкен коэффициентіне ие болады, төмен температураларда қайнайды, бұл оған газдың бу немесе сұйық фазасы тиген кезде дененің жергілікті тоңазуын тудыруы мүмкін.



Ауадағы газдың бар болуын сезіну үшін оған айрықша иіс беріледі. Бұл мақсатта одоранттар деп аталатын заттарды пайдаланады. Одорант ретінде этилмеркаптанды (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>) кеңінен қолданады. 100 л сұйылтылған газға шамамен 2,5 г одорантты қосады. Одоранттың осындай мөлшерінде иісінен ауадағы 0,4–0,5 % газды анықтауға болады. Көрсетілген концентрация жарылысқа қауіпті емес, себебі жанғыштықтың төменгі шегінен бар-жоғы 20 %-ын құрайды [1]. Сұйылтылған газдар келесі талаптарды қанағаттандыруы тиіс:

- пайдалану жағдайларында тұрақты компоненттік құрамға ие болуы;
- плюс 45-тен минус 20 °С-қа дейін температуралар аралығында 0,16-дан 1,6 МПа дейін қаныққан булардың артық қысымын қамтамасыз етуі;
- автомобиль газ аппаратында булану және қысқарту кезінде буланбайтын тұнбаға ие болмауы.

Газбаллонды автомобильдерді (ГБА) пайдалану тәжірибесі газбаллонды автомобильдердің ең жақсы көрсеткіштерін, ең алдымен экологиялық көрсеткіштерін, тек мотор отыны ретінде пайдаланылатын СКГ-ның компоненттік құрамын қатаң регламенттеу кезінде ғана алуға болатынын көрсетті (кесте 1).

### НЕГІЗГІ БӨЛІМ

СКГ-ның негізгі компоненттері: пропан C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, n-бутан C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>, i-бутан C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>, шамалы мөлшерде пропилен C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>, бутилендер C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>, этан C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> және этилен C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> болып табылады [1].

СКГ-дағы майдың, ауыр қалдықтардың және одоранттың қоспалары газ баллонды жабдықтардың (ГБЖ) резеңке-техникалық бұйымдарында, бәсеңдеткіште, олардың жергілікті концентрациясын айтарлықтай аттыра отырып, жаман иіс шығаратын тұнбаларды түзе отырып, адсорбцияланады. Осы және басқа да бірқатар себептер бойынша, кейбір елдер СКГ-да мотор отындары ретінде қолданылатын одоранттарды пайдаланудан бас тартты.

Кесте 1 – Сұйылтылған көмірсутекті газдың компоненттік құрамы

Компоненттердің салмақтық үлесі	ПТ	ПА	ПБА	ПБТ	БТ
Метанның, этанның және этиленнің жалпы мөлшері	мөлшерленбейді				
Пропан мен пропиленнің жалпы мөлшері, кем емес	75	–	–	мөлшерленбейді	
соның ішінде пропанның	–	85±10	50±10	–	–
Бутандар мен бутилендердің жалпы мөлшері: көп емес	мөлшерленбейді			–	–
кем емес	–	–	–	60	–
Шекті емес көмірсутектердің мөлшері, көп емес	–	6	6	–	60

СКГ-ның негізгі компоненттері төмен температураларда қайнайды, сондықтан қалыпты температурада және атмосфералық қысымда олар тек бу (газ) фазасында ғана болуы мүмкін. СКГ-ны сұйық түрінде сақтау үшін қысымды жоғарылату қажет. Ол қоршаған ортаның температурасына байланысты болады. Температура неғұрлым жоғары болса, газды сұйық фазада сақтап тұру үшін қысым соғұрлым көп болуы керек. СКГ негізгі компоненттерінің бензинмен салыстырғандағы ең тән физикалық-химиялық қасиеттері 2-кестеде келтірілген.

Газ отыны, бензинге қарағанда, қолайлығы көбірек С және Н арақатынасына ие. Қазіргі бензиндерде көміртектік сан 6-ны құрайды, ал СКГ-да ол 4,9-ға тең (табиғи газда – 2,98). Газ отынындағы сутектің жоғарылау мөлшері оның қозғалтқыш цилиндрлеріндегі толығырақ жануын қамтамасыз етеді [1-3].

СКГ-нің элементарлық құрамын газдың ең маңызды бағалауыш параметрлерінің санына жатқызады. Ол газ-қозғалтқыш отынының (ГҚО) сапасы туралы жоруға мүмкіндік береді.

Сұйылтылған газдардың қоспаларының қасиеттері қоспаға кіретін жеке компоненттердің (көмірсутектердің) параметрлері бойынша анықталады.

Кесте 2 – СКГ компоненттерінің негізгі физикалық-химиялық қасиеттері

Компоненттердің қасиеттері	Пропан	Бутан	Бензин
Тығыздығы, г/см <sup>3</sup> : - 15°С-тағы және атмосфералық қысымдағы сұйық фазаның - газ фазасының салыстырмалы тығыздығы (ауаның тығыздығы 1-ге тең)	0,509	0,582	0,720
	1,56	2,091	3,94(4,0)
Қайнау температурасы, °С, атмосфералық қысымда	-42,1	-0,5	35 ,0
1 л сұйықтықтың булануы кезіндегі булардың көлемі, м <sup>3</sup>	0,209	0,235	0,148
Ең төмен жану жылуы, ккал/кг	10972	10845	10500
Тұтанғыштықтың ең төмен шегіне сәйкес келетін қоспадағы газ мөлшері, көлемі бойынша %-бен	2,4	1,8	1,5
Тұтанғыштықтың жоғарғы шегіне сәйкес келетін қоспадағы газ мөлшері, көлемі бойынша %-бен	9,5	8,4	6,0

Сұйылтылған газды пайдаланудың өзектілігіне қарамастан, оның кемшіліктерін де атап өту керек. Ең алдымен, оның буы тыныс алған кезде тұншықтырады, өйткені ол ауадан ауырлау және ауа оттегісін ығыстырып шығады. Қоршаған заттарға, оның ішінде қорғалмаған адам терісіне тие отырып, және қарқынды буланып, сұйық фаза оларды салқындатады және тоңазуға әкелуі мүмкін. Әрекет ету сипаты бойынша, тоңазу күйікті еске салады. Күшті тоңазу кезінде жарылатын көпіршіктер түзіледі, жаралардың жазыла басталуы ұзақ уақытқа созылады. Маңызды беттердің тоңазуы өмір үшін қауіпті. Бұдан басқа, ол жарылуға қауіпті, өйткені төмен температураларда буланады. Оның ауамен булары жарылуға

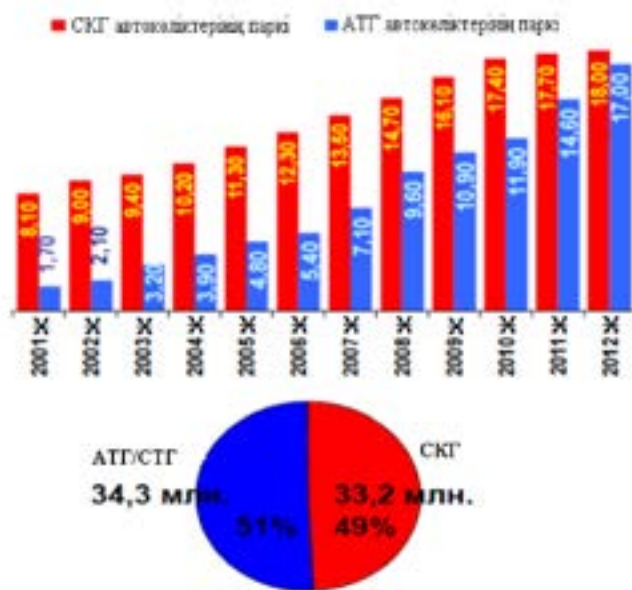
қауіпті қоспаларды түзеді, ауаның тығыздығына қарағанда, көбірек тығыздыққа ие болады және төмен мен желдетілмейтін жерлерде жинақталуы мүмкін [4–8].

Сұйылтылған газдар аз қауіпті ретінде зиянды уландырғыш заттардың 4-ші классына енгізілген.

Көмірсутектердің (пропан-бутан) молекулалары құрылымының ұқсастығының арқасында, олардың қоспалары бірқатар қасиеттері бойынша аддитивтілік ережесіне бағынады, яғни қоспаның параметрлері қоспаға кіретін компоненттердің көлемдік концентрациясын есепке алумен осы компоненттердің параметрлеріне пропорционалды болады.

Автокөлік қозғалтқышы отынының баламалы түрлеріне ауысу мәселесі барған сайын өзекті болуда. Бүгінгі таңда мотор отыны ретінде сұйылтылған көмірсутек газдарын (пропан және пропан-бутан қоспаларын), айдалған табиғи газды (АТГ) және сұйылтылған табиғи газды (СТГ) пайдалану толық игерілген. Автомобиль көлігінің үлесіне СКГ-ны әлемдік тұтынудың шамамен тоғыз пайызы (18-20 млн. тонна) келеді.

Әлемдік экономикалық дағдарыс 2008 жылдың соңында газ-мотор нарығында жақсы жаққа қарай өзгерістерге мүмкіндік туғызды. 2010 жылдың басына қарай табиғи газбен жұмыс істейтін автомобильдердің әлемдік паркі 14 пайызға, пропан-бутан қоспасында істейтіндер – 9 пайызға өсті (сурет 1).



Сурет 1 – Газбен жұмыс істейтін автомобильдердің әлемдік паркі

Әлемдік өндірушілердің барлығы дерлік газ-моторлы отынды пайдалануға арналған автокөліктердің модельдерін әзірлейді. Зауыттық ГБА-ның ауқымы 2009 жылы 188 модельге дейін өсті, бұл 110-нан астам жеңіл, жүк автокөліктері және автобустар. Еуропада газ-моторлы отынды тұтынатын 126 модельдер сатылуда. Және бұл беталыс әлі де өседі, бұған ғаламдық дағдарыс та жәрдем береді,

өйткені бірінші орынған экономика шығады: «Отын арзан болса – пайдалану да арзан». АҚС көпотындықтарға түрленеді, демек, газбаллонды автомобильдердің жанармай құю станцияларының жалпы саны артып келеді [2, 9].

20 жылда СКГ-ны әлемдік тұтыну 1990 жылы 150 миллион тоннадан 2010 жылы 240 миллион тоннаға дейін өсті.

Негізгі өсім Азия-Тынық мұхиты өңірінің елдеріне келді – тұтынудың жалпыәлемдік құрылымында 16–17 бастап 30–35 %-ға дейін. Сол уақытта бұрыннан дамыған инфрақұрылымы бар елдерде (АҚШ, Батыс Еуропа, Аргентина) СКГ-ны пайдаланудың барлық секторларында тұтыну іс жүзінде тұрақты болып қалады.

СКГ-ға әлемдік сұраныс өсуін жалғастыруда. 2020 жылға қарай сұйылтылған газдың әлемдік тұтынуы жылына 300 млн. тоннаға жетеді деп күтілуде [7] (сурет 2).



Сурет 2 – Сұйылтылған газдарды әлем бойынша тұтыну үлесі

Көптеген елдерде – АҚШ-та, Канадада, Жаңа Зеландияда, Австралияда, Италияда және басқа елдерде көлікте газды қондырғыны енгізу тиімді кредиттік және жеңілдікті салық саясаты арқылы жүзеге асырылады. Автомобиль иесі (немесе автокәсіпорын) бір жылға жеңілдетілген мақсатты кредит алуға құқығы бар. Осы уақыт ішінде газбаллонды жабдықты орнату және пайдалануға жұмсалған шығындарының орнын толтырып, содан кейін бензин мен газ бағаларының айырмасында үнемдей алады. Газды пайдаланатын автомобильдер үшін азырақ салықтар қарастырылған. Және мемлекет бұдан зиян тартпайды – айырымы денсаулық пен қоршаған ортаны қорғауға жұмсалатын шығындардың азаюымен өтеледі. Күн шығыс елінде барлық таксилер осы экологиялық таза жанармай отынын пайдаланады. Белгілі болғандай, британдық патшайым II Елизаветаның бүкіл автопаркі отынның экологиялық түріне – сұйық газға ауыстырылған. Осылайша, 20-ға жуық елдер экологиялығы жоғарылау автомобильдерді пайдалануды ынталандыру үшін газбаллонды автомобильдерді сатуға салықтарын өзгертті [8, 1011].

Қазіргі таңда Қазақстанда газ-моторлы отын ретінде СКГ нарығы тұрақты өсуімен және сұранысы мен ұсынысының теңгерімділігімен сипатталады. Бөлшектік нарықтың осы секторының көлемі қазіргі таңда жылына 3,2 млн. тоннаға бағаланады.

Газбаллонды автомобильдердің саны 1,4 миллионнан астамды құрайды. Кейбір бағалаулар бойынша, жыл сайын газбаллонды автомобильдердің паркі 45 %-ға артып отырады.

### ҚОРЫТЫНДЫ

Қазіргі уақытта газ-моторлы отынының тұтынушыларының келесі құрылымы қалыптасты: пропан-бутанды пайдаланатын барлық автомобильдердің 82 %-ы көбінесе отандық өндірістің және жекеменшік автокөлік иелеріне тиесілі жеңіл автомобильдерді, сондай-ақ аз тонналы жүк автомобильдері құрайды [7]; 10 %-ы жүк көлігіне келеді. Газбаллонды автомобильдердің көпшілігі жылына 30 мың км дейін жоғары орташа жылдық жүрістерімен сипатталады.

Газ отынын пайдалану жергілікті сипатқа ие болады [1, 7]. Газ отынын (СКГ немесе АТГ) пайдалану бойынша кәсіпорындар газды өндіру немесе мұнайды қайта өңдеу жүзеге асырылатын жерлерде қалыптастырылады.

Автомобиль техникасын газ-моторлы отынға ауыстыру газ-моторлы отын мен бензин бағасындағы айырманың есебінен автотасымалдардың құнын қысқартуға әкеледі, бұл экономиканың барлық салаларында және әлеуметтік салада шығындарды төмендетеді және өнеркәсіптік өндірістің және халықтың тұрмыстық деңгейінің өсуін қамтамасыз етеді [7].

### ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 **Варгафтик, Н. Б.** Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. – М. : Физматгиз, 1963. – 708 с.

2 **Брюханов, О. Н., Мелик-Аракелян, А. Т., Коробко, В. И.** Основы гидравлики и теплотехники : учебник. – 3-е изд., стер. – М. : Академия, 2008. – 240 с.

3 **Жегалин, О. И., Пугачев, П. Д.** Снижение токсичности автомобильных двигателей. – М. : Транспорт, 1985. – 120 с.

4 **Кириченко, Н. Б.** Автомобильные эксплуатационные материалы: учебное пособие. – М. : Академия, 2005. – 208 с.

5 **Боголюбов, С. А., Сенчени И. С., Соловьева С. В.** Возмещение экологического ущерба : учебник. – М. : Наука, 2001. – 231 с.

6 **Усембаева, Л. К., Оспанов, А. Ж., Кайролла, Б. К.** К вопросу повышения эффективности эксплуатации грузовых автомобилей // Наука и техника Казахстана. – 2018. – № 4. – С. 102–108.

7 **Григорьев, Е. Г., Колубаев, Б. Д., Ерохов, В. И.** Газобаллонные автомобили: производственное издание. – М. : Машиностроение, 1989. – 216 с.

8 **Ерохов, В. И.** Токсичность современных автомобилей (методы и средства снижения вредных выбросов в атмосферу): учебник. – М. : Форум, 2013. – 447 с.

9 **Волкова, Л. Ю., Макушев, Ю. П.** Диагностирование процесса подачи топлива в дизелях // Наука и техника Казахстана. – 2018. – № 2. – С. 19–29.

10 **Клементьев, С. М., Пономарев, В. М., Федоров, В. М.** Автомобильные топлива XXI века: учебное пособие. – 2-е изд. – Чайковский : Изд-во института экономики УрО РАН, 2008. – 139 с.

11 **Ордабаев, Е. К., Ахметов, С. И., Есаулков, В., С.** О расширении возможностей метода рециркуляции отработавших газов в поршневом двигателе внутреннего сгорания // Наука и техника Казахстана. – 2019. – № 1. – С. 22–26.

Материал баспаға 16.09.19.түсті.

***Кокаев Умиржан Шералиевич***

к.т.н., доцент, кафедра «Транспорта, транспортной техники и технологии»,  
Транспортно-энергетический факультет,  
Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева,  
г. Астана, 010000, Республика Казахстан,  
e-mail: kokayev\_ush@enu.kz.

***Бектаев Бекжан Байрбекулы***

магистр, преподаватель, кафедра «Транспорта, транспортной техники  
и технологии», Транспортно-энергетический факультет,  
Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева,  
г. Астана, 010000, Республика Казахстан,  
e-mail: kokayev\_ush@enu.kz.

***Касенов Асылбек Жумабекович***

к.т.н., профессор, кафедра «Машиностроение и стандартизация»,  
Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова,  
г. Павлодар, Республика Казахстан, 140008,  
e-mail: a.kairatolla@mail.ru.

***Жумашева Жулдыз Талантбековна***

магистрант,  
Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева,  
г. Астана, 010000, Республика Казахстан.

Материал поступил в редакцию 16.09.19.

**Анализ физико-химических свойств сжиженного углеводородного газа,  
применяемого на автомобильном транспорте**

*В статье выполнен анализ физико-химических свойств сжиженного углеводородного газа, применяемого на автомобильном транспорте. Приведена классификация сжиженных газов и их применение в мире.*

*Таким образом, замена автомобильного оборудования на газомоторные топлива приводит к снижению стоимости автотранспорта, а из-за разницы в ценах на газ и*

*топливо и ценах на бензин, приведёт к снижению затрат во всех секторах экономики и социальной сфере и обеспечит рост промышленного производства и уровня жизни.*

*Ключевые слова: сжиженный углеводородный газ, состав, пропан, бутан, газомоторное топливо, оборудование, автотранспорт*

***Kokayev Umirzhan Sheralievich***

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Department of Transport, Transport Equipment and Technologies,  
Faculty of Transport and Energy, L. N. Gumilyov Eurasian National University,  
Astana, 010000, Republic of Kazakhstan,  
e-mail: kokayev\_ush@enu.kz.

***Bektayev Bekzhan Bayrbekuly***

master, teacher, Department of Transport, Transport Equipment and Technologies,  
Faculty of Transport and Energy, L. N. Gumilyov Eurasian National University,  
Astana, 010000, Republic of Kazakhstan.

***Kasenov Asylbek Zhumabekovich***

Candidate of Technical Sciences, Professor,  
Department of Mechanical Engineering and Standardization,  
S. Toraighyrov Pavlodar State University,  
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan,  
e-mail: a.kairatolla@mail.ru.

***Zhumasheva Zhuldyz Talantbekovna***

undergraduate student, L. N. Gumilyov Eurasian National University,  
Astana, 010000, Republic of Kazakhstan  
Material received on 16.09.19.

**Analysis of physical and chemical properties  
of liquefied petroleum gas used in road transport**

*The article analyzes the physical and chemical properties of liquefied petroleum gas used in road transport. The classification of liquefied gases and its application in the world is given.*

*Thus, the replacement of automotive equipment with natural gas fuels leads to a decrease in the cost of vehicles, and due to the difference in gas and fuel prices and gasoline prices, will reduce costs in all sectors of the economy and the social sphere and will ensure the growth of industrial production and living standards.*

*Keywords: liquefied petroleum gas, composition, propane, butane, gas engine fuel, equipment, vehicles.*

**Макушев Юрий Петрович**

к.т.н., доцент, факультет «Автомобильный транспорт»,  
Сибирский государственный автомобильно-дорожный  
университет (СибАДИ), г. Омск, 644080, Российская Федерация,  
e-mail: makushev321@mail.ru.

**Рындин Владимир Витальевич**

к.т.н., профессор, кафедра «Механика и нефтегазовое дело»,  
Факультет Металлургии, машиностроения и транспорта,  
Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова,  
г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан,  
e-mail: rvladvit@yandex.kz.

**Волкова Лариса Юрьевна**

к.т.н., доцент кафедры «Судовые энергетические установки  
и теплоэнергетика», Калининградский государственный  
технический университет, г. Калининград, 236000, Российская Федерация,  
e-mail: volkova0969@mail.ru.

**ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ  
ДИЗЕЛЯ С ЗАМКНУТЫМ ОБЪЕМОМ ФОРСУНОК**

*Приведены теоретические и экспериментальные исследования системы питания дизеля с рециркуляцией утечек топлива в линию высокого давления. Обоснована возможность применения топливной аппаратуры с замкнутым объемом форсунок для дизелей типа КамАЗ-740.*

*Определены экспериментальным путём утечки топлива в зависимости от диаметального зазора между иглой и корпусом распылителя и обосновано его предельное значение. Предложены нагнетательные клапаны насоса высокого давления, конструктивное исполнение которых способно устранять возможное «гидравлическое заклинивание» иглы распылителя форсунки с замкнутым объёмом. Отмечено, что топливная система с замкнутым объёмом форсунок обладает саморегулированием цикловой подачи топлива при увеличении зазора в распылителе.*

*Приведены результаты испытания дизеля КамАЗ-740 с топливной аппаратурой, оборудованной серийными и опытными форсунками. Отмечено повышение стабильности впрыска топлива, снижение расхода топлива и уменьшение сажи в отработавших газах.*

*Ключевые слова: топливная аппаратура, форсунка, цикловая подача, стабильность, образование сажи, утечки топлива, нагнетательный клапан.*

**ВВЕДЕНИЕ**

В процессе работы топливной аппаратуры (ТА) дизеля часть топлива из линии высокого давления вытекает через зазоры между плунжером и втулкой насоса высокого давления, а также иглой и корпусом распылителя. Для снижения утечек в прецизионных парах начальные диаметральные зазоры в плунжерных парах выполняют малыми по величине (1–2 мкм), а в распылителях 2–4 мкм.

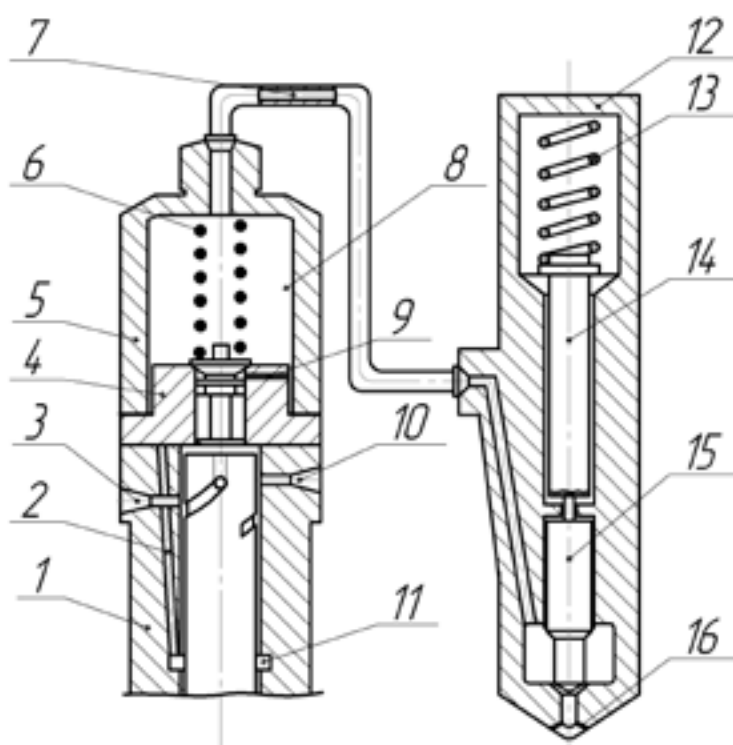
В процессе длительной эксплуатации ТА указанные зазоры увеличиваются в несколько раз, что приводит к повышению утечек топлива, снижению цикловой подачи, мощности двигателя и увеличению токсичности отработавших газов (ОГ).



Известно [1], что утечки топлива в картер насоса высокого давления у двигателей можно уменьшить путем создания канавки в нижней части втулки плунжерной пары и соединения ее каналом с отсечным отверстием.

На рисунке 1 показана ТА, у которой во втулке 1 плунжерной пары насоса высокого давления выполнена канавка 11 для сбора утечек. Канавка 11 при помощи дренажного отверстия 2 соединяется с отсечным отверстием 3. Утечки топлива отводятся через отсечное отверстие 3 в головку насоса (линию низкого давления), где давление не превышает 0,2–0,3 МПа.

В канале 3 в момент отсечки скорость топлива достигает больших значений, что согласно уравнению Бернулли [2] приводит к образованию малого по величине давления, а возможно и разрежения. Утечки топлива, находящиеся в канавке 11, под действием перепада давления движутся в канал 3 и поступают в линию низкого давления насоса.



- 1 – втулка плунжерной пары; 2 – дренажное отверстие; 3 – отсечное отверстие;
- 4 – корпус нагнетательного клапана; 5 – штуцер; 6 – пружина;
- 7 – топливопровод; 8 – нагнетательный клапан грибового типа;
- 9 – отверстие предохранительное; 10 – впускное отверстие;
- 11 – канавка для сбора утечек; 12 – корпус форсунки; 13 – пружина;
- 14 – штанга; 15 – игла форсунки; 16 – распылитель.

Рисунок 1 – Насос высокого давления и форсунка дизеля с рециркуляцией утечек топлива

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Ниже обосновывается возможность создания топливной аппаратуры с механическим управлением для дизеля с возвратом (рециркуляцией) утечек топлива из форсунок обратно в линию высокого давления.

В процессе работы системы питания дизеля давление в камере под иглой форсунки достигает 50 МПа и выше. Даже при малом начальном диаметральном зазоре 2–4 мкм между иглой 15 (рисунок 1) и направляющей корпуса распылителя 16 возникают утечки топлива. Для их удаления необходима сливная магистраль, которая усложняет конструкцию форсунок и всей топливной системы (рисунок 2), повышает ее стоимость и пожарную опасность.

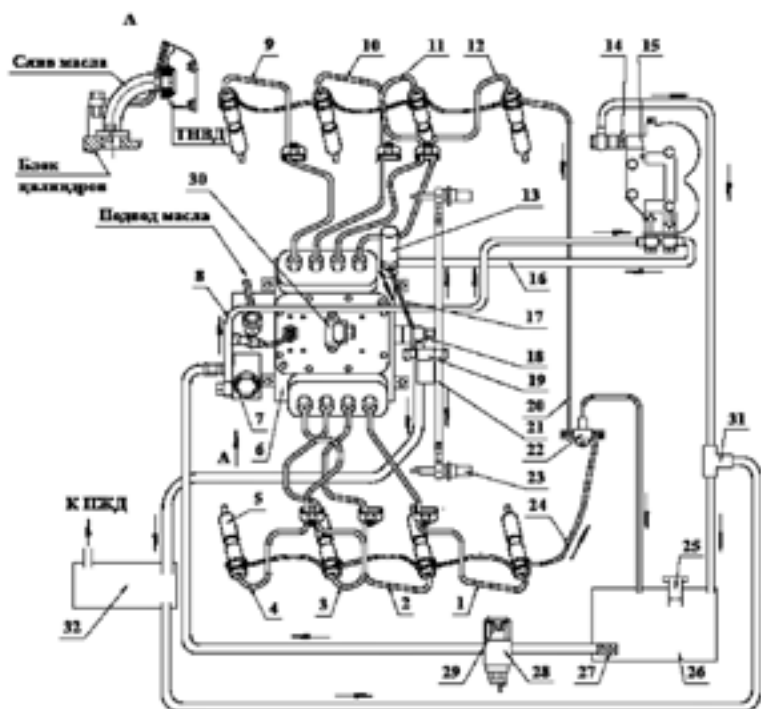
На рисунке 2 показана система питания дизельным топливом двигателя КамАЗ-740, которая содержит насос высокого давления с электронным регулятором и форсунки с механическим управлением. Для отвода утечек топлив и форсунок применена сложная система трубопроводов (20, 24) соединяющая все форсунки. Потеря герметичности одного из соединений (их 8) приводит к течи топлива, загрязнению двигателя и пожарной опасности. Дренажная система содержит 34 детали, что усложняет конструкцию двигателя, увеличивает его себестоимость.

Дренажная магистраль необходима для отвода утечек топлива через зазор между иглой и корпусом распылителя. В таблице 1 приведено значение утечек топлива при различных зазорах в распылителе для дизеля КамАЗ-740.62.280 мощностью 206 кВт при частоте вращения вала насоса 950 мин<sup>-1</sup>. Кинематическая вязкость дизельного топлива была равна 4 сСт при 20 °С.

Таблица 1 – Зависимость утечек топлива через пару «игла – корпус распылитель» от диаметрального зазора на режиме номинальной мощности дизеля КамАЗ-740.62.280

Зазор, мкм	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Утечки, см <sup>3</sup> /ч	20	40	60	80	120	160	240	320	400	500

При частоте вращения кулачкового вала насоса 950 мин<sup>-1</sup> утечки топлива из системы высокого давления за час при диаметральном зазоре в распылителе 12 мкм составили 160 см<sup>3</sup> (таблицу 1). Зазор в распылителе равный 12 мкм был принят предельным [3].



1–4 и 9–12 – топливопроводы высокого давления; 5 – форсунка; 6 – ТНВД; 7 – насос топливоподкачивающий; 8 – трубка, идущая к фильтру тонкой очистки топлива 15; 13 – клапан электромагнитный; 14 – клапан; 16 – трубка, идущая от фильтра 15 к головке ТНВД 6; 17 – трубка топливная электрофакельного устройства (ЭФУ); 18 – клапан для перепуска топлива из головки ТНВД; 19 – клапан ЭФУ; 20 – трубка для отвода утечек топлива из форсунок правых головок цилиндра; 21 – трубка топливная, идущая от электромагнитного клапана к свечам ЭФУ; 22 – тройник; 23 – свеча ЭФУ; 24 – трубка для отвода утечек топлива из форсунок левых головок цилиндра; 25 – заправочная горловина с сетчатым фильтром; 26 – топливный бак; 27 – заборная трубка топлива с сетчатым фильтром; 28 – фильтр предварительной очистки топлива; 29 – ручной топливопрокачивающий насос; 30 – датчик положения исполнительного механизма электронного регулятора; 31 – тройник; 32 – бачок системы ПЖД.

Рисунок 2 – Система питания топливом двигателя КамАЗ-740, содержащая ТНВД с электронным регулятором и форсунки с механическим управлением

При зазоре более 12 мкм утечки топлива снижают цикловую подачу и мощность двигателя на 3–5 %. Кроме того, нарушается герметичность посадочного конуса распылителя и происходит течь топлива через него в носик распылителя с образованием кокса.

Отвод утечек топлива из форсунок, например, в бак, усложняет систему топливоподдачи, поэтому ряд ученых [4, 5] предлагают конструкцию форсунок

с закрытием утечек (с замкнутым объёмом над иглой, без дренажной или сливной магистрали).

Форсунка опытная (ФО) дизеля КамАЗ-740 конструктивно отличается от серийной с отводом утечек топлива (ФС) наличием замкнутого объёма (аккумулятора) над иглой распылителя 14 в корпусе форсунки 6 (рисунок 3) [6].

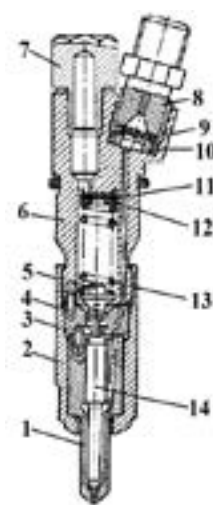
Замкнутый объём представляет собой гидравлическую пружину с жесткостью [6]

$$C_T = \frac{f_n^2}{\alpha_T \cdot V_3} \quad (1)$$

где  $f_n$  – площадь поперечного сечения иглы, м<sup>2</sup>;

$V_3$  – замкнутый объём в корпусе форсунки над иглой, м<sup>3</sup>;

$\alpha_T$  – коэффициент сжимаемости топлива, м<sup>2</sup>/Н (принят равным  $9 \cdot 10^{-10}$  м<sup>2</sup>/Н).



- 1 – корпус распылителя; 2 – гайка распылителя; 3 – проставка;  
 4 – установочный штифт; 5 – штанга; 6 – корпус форсунки;  
 7 – колпак с дополнительным объёмом 1 см<sup>3</sup>; 8 – штуцер; 9 – фильтр;  
 10 – прокладка; 11, 12 – регулировочные шайбы; 13 – пружина;  
 14 – игла распылителя.

Рисунок 3 – Форсунка дизеля КамАЗ серийный вариант (общий вид) и с замкнутым объёмом (в разрезе)

Остаточное давление в колпаке форсунки зависит от остаточного давления в линии высокого давления  $P_0$ , частоты вращения вала насоса  $n_H$ , диаметрального зазора в распылителе  $\delta_H$  и может быть определено по формуле [7]

$$P_{к0} = \left( P_0 + \frac{n_H}{1000} + \frac{5}{(\delta_H + 5)} \right) \quad (2)$$

В процессе подъёма иглы давление в колпаке форсунки увеличивается и определяется выражением

$$P_k = P_{ко} + \left( \frac{f_n \cdot y}{\alpha_T \cdot V_3} \right), \tag{3}$$

где  $y$  – ход иглы.

Изменение давления в полости форсунки зависит от хода иглы и определяется выражением

$$P_n = \frac{V_n}{\alpha_T \times V_3} \tag{4}$$

где  $P_n$  – давление, создаваемое насосным ходом иглы в замкнутом объёме форсунки  $V_3$ ;

$V_n$  – объём топлива, вытесняемый при движении иглы.

Величина  $V_n$  вычисляется по формуле

$$V_n = \frac{\pi \times d_n^2 \times y}{4} \tag{5}$$

Жёсткость гидравлической пружины зависит от объёма замкнутой полости корпуса форсунки и площади (диаметра) иглы. Расчетные значения жёсткости пружины от объёма полости форсунки приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Изменение жёсткости гидравлической пружины в зависимости от объёма замкнутой полости форсунки

Объём полости форсунки, см <sup>3</sup>	2	4	6	8	10	12	14	16
Жёсткость гидравлической пружины, Н/мм	500	250	165	125	100	80	70	60

Жёсткость гидравлической пружины при неизменном диаметре иглы (например, 6 мм) зависит от величины замкнутой полости форсунки  $V_3$ . С учетом жёсткости механической пружины и гидравлической общая оптимальная жёсткость должна составлять 250–350 Н/мм. Так, для форсунки двигателя КамАЗ при  $V_3 = 6$  см<sup>3</sup> жёсткость гидравлической пружины составляет 165 Н/мм.

Суммарное значение жёсткости механической и гидравлической пружин будет равно  $180 + 165 = 345$  Н/мм. Увеличение жесткости приведет к интенсификации процесса впрыска топлива (увеличится давление впрыска), что снизит расход топлива и токсичность отработавших газов.

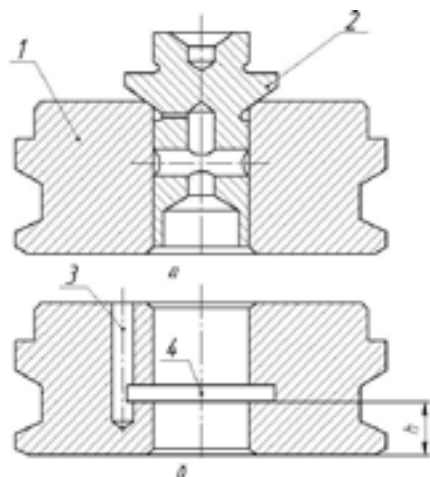
Форсунка с замкнутым объёмом над иглой (аккумулятором) стабилизирует протекание процесса впрыска, повышает давление, улучшает распыливание, снижает расход топлива. Утечки топлива из форсунки не покидают систему питания, а возвращаются обратно в линию высокого давления в период между впрысками через зазор в распылителе.

При работе топливной аппаратуры с бездренажными форсунками к нагнетательному клапану предъявляется дополнительное требование – устранять возможное «гидравлическое заклинивание» иглы и сохранять неизменной скоростную характеристику насоса. Под «гидравлическим заклиниванием» иглы понимается потеря её подвижности в результате значительного повышения давления топлива в замкнутом объёме над иглой. Работа топливной аппаратуры с бездренажными форсунками при «гидравлическом заклинивании» может привести к аварийной ситуации [5, 6].

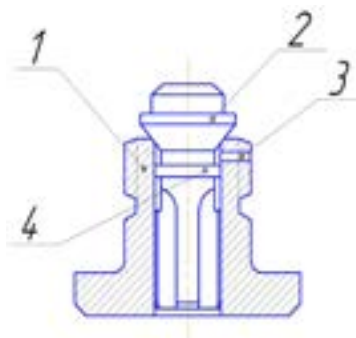
С целью устранения «гидравлического заклинивания» было использовано техническое решение, защищённое а.с. № 1002650 [8]. На рисунке 4, а показан разрез серийного нагнетательного клапана дизеля КамАЗ-740, состоящего из седла 1 в форме «бочки» и трубчатого запорного клапана 2. В насосах высокого давления могут применяться клапаны грибового типа (рисунок 5).

На режимах с пропуском подачи топлива серийный клапан приводит к резкому повышению давления в колпаке форсунки (рисунок 6) и выходу её из строя. Для устранения «гидравлического заклинивания» был модернизирован серийный нагнетательный клапан. В седле (корпусе) нагнетательного клапана выполнено вертикальное отверстие 3 и проточка 4 (рисунок 4, б). Высота проточки  $h$  рекомендуется от 3 до 4 мм. Разгерметизация нагнетательного клапана не должна изменять скоростную характеристику насоса.

Для топливных систем с грибовыми нагнетательными клапанами (ЯМЗ) при работе с опытными форсунками в седле нагнетательного клапана рекомендуется отверстие (рисунок 5) диаметром 0,35 мм (выше разгрузочного пояска), что устранил возможное «гидравлическое заклинивание» иглы. Линия высокого давления соединяется с линией низкого давления через зазор между разгрузочным пояском 4 клапана и корпусом 1. Проход через зазор в клапане обеспечивается через отверстие 3.



1 – седло нагнетательного клапана;  
 2 – нагнетательный клапан;  
 3 – отверстие вертикальное;  
 4 – проточка (канавка)  
 Рисунок 4 – Разрез серийного нагнетательного клапана (а) и разрез седла опытного клапана с проточкой (б) дизеля КамАЗ-740



1 – седло (корпус) клапана;  
 2 – клапан перьевого типа;  
 3 – отверстие предохранительное диаметром 0,35 мм;  
 4 – разгрузочный поясик.  
 Рисунок 5 – Нагнетательный клапан грибового типа

Для упрощения исследования системы питания с замкнутым объёмом над иглой использовался насос высокого давления с механическим регулятором (рисунок 7), а не с электронным регулятором системы управления двигателем (рисунок 8). Это позволило на контрольно-испытательном стенде устанавливать любые частоты вращения вала насоса (от 100 до 1500 мин<sup>-1</sup>) и цикловые подачи топлива (от 95 до 167 мм<sup>3</sup>) в зависимости от мощности двигателя (176–309 кВт) и режима нагрузки (режим пуска, холостого хода, максимального крутящего момента и номинальной мощности).

В процессе работы насоса с серийным клапаном (рисунок 4, а) и частотах 400, 1500 мин<sup>-1</sup> (рисунок 6), когда прекращается подача топлива (при давлении топлива в линии высокого давления меньше давления открытия иглы), в замкнутой полости форсунки происходит рост давления (под влиянием утечек топлива через зазор в распылителе), приводящий к «гидравлическому заклиниванию» иглы распылителя. При работе насоса с опытными клапанами на аварийных режимах давление в полости форсунки не превышало значения 1,6 МПа. Внешние скоростные характеристики насоса при работе с серийными клапанами и клапанами с проточкой не изменились.

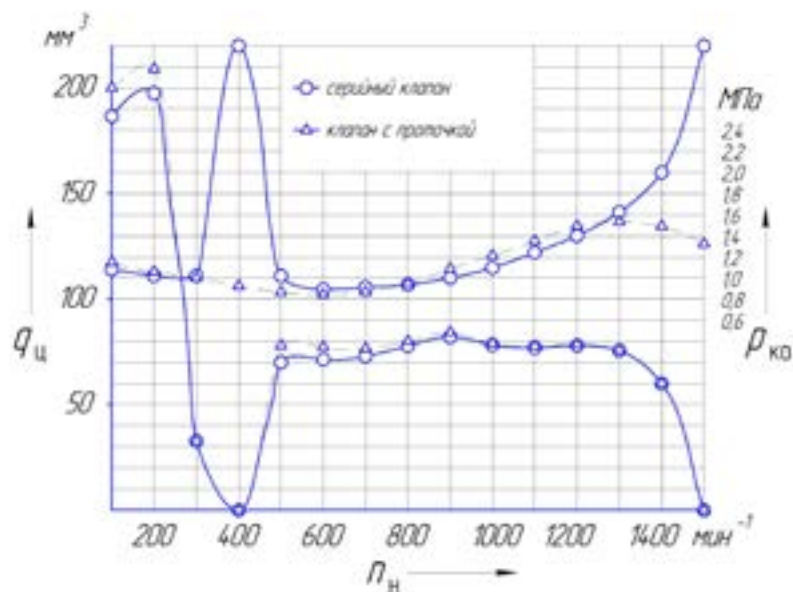


Рисунок 6 – Скоростная характеристика насоса и изменение давления топлива в замкнутом объёме над иглой форсунки двигателя КамАЗ-740 при работе с серийным нагнетательным клапаном и опытными клапанами с проточкой



Рисунок 7 – Насос высокого давления с механическим регулятором



Рисунок 8 – Насос высокого давления с электронным регулятором

Дополнительно были проведены испытания опытных форсунок при работе насоса с серийными нагнетательными клапанами и с клапанами с проточкой. Частота вращения вала насоса на номинальном режиме была равна  $950 \text{ мин}^{-1}$ . Изменение частоты вращения вала насоса от  $100$  (режим пуска) до  $1100 \text{ мин}^{-1}$  (полное выключение подачи топлива) осуществлялось при цикловых подачах топлива на номинальном режиме от  $95$  до  $170 \text{ мм}^3$  (рычаг управления подачей



топлива был установлен на «упоре»). Остаточное давление в колпаке форсунки не превышало 2–3 МПа.

Анализ результатов исследования показал, что использование в головке насоса высокого давления нагнетательных клапанов с проточкой полностью устраняет возможное «гидравлическое заклинивание» иглы распылителя на всех режимах работы, особенно на частотах 400 и 1100 мин<sup>-1</sup> (режимы прекращения подачи топлива из форсунки).

Эффективность и работоспособность опытной топливной системы с механическим управлением хода иглы была проверена на моторной установке и в дорожных условиях. Стендовые испытания проводились с использованием одноцилиндрового и полноразмерного двигателей на Камском автомобильном заводе (Набережные Челны) [6, 7]. Дорожные испытания опытной топливной аппаратуры проводились на автомобиле КамАЗ-5320. Испытания показали, что за 25 тыс. км пробега автомобиля при работе топливной аппаратуры с замкнутым объемом форсунок не были отмечены неисправности и отказы.

В таблице 3 приведены данные нагрузочной характеристики дизеля КамАЗ-740 при номинальной мощности 166 кВт и частоте вращения коленчатого вала 2600 мин<sup>-1</sup>. Дизель работал с серийной топливной аппаратурой (с отводом утечек топлива из форсунок) и опытной без отвода топлива из форсунок (форсунки с замкнутым объемом). Диаметральный зазор в распылителях форсунок был равен 5 мкм. В результате интенсификации и стабилизации процесса впрыска топлива удельный расход топлива снизился на 2–3 г/(кВт ч), а дымность (образование сажи) отработавших газов уменьшилась на 20 % по сравнению с серийной аппаратурой [6].

Дымность отработавших газов зависит от интенсивности впрыска (давления впрыскиваемого топлива), качества (мелкости) распыливания топлива, наличия требуемого количества воздуха (кислорода) и скорости тепловыделения в процессе сгорания топлива [9–12].

Быстрое сгорание паров топлива, которые образовались за период задержки воспламенения, и сгорание в основной фазе зависят от интенсивности процесса подачи топлива и его дисперсности. Применение форсунок с замкнутым объемом над иглой увеличивают давление впрыска топлива и тем самым уменьшают образование сажи.

Таблица 3 – Изменение дымности отработавших газов и удельного расхода топлива при работе двигателя КамАЗ-740, оборудованного ФС и ФО, по нагрузочной характеристике

Среднее эффективное давление, МПа		0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
Дымность отработавших газов, %	Серийная	3,0	4,1	8,0	12	16
	Опытная	2,5	3,0	6,0	8,0	12
Удельный расход топлива, г/(кВт ч)	Серийная	270	244	232	225	224
	Опытная	270	242	230	223	221

Наибольшее значение утечек топлива через зазор в распылителе за цикл достигается на режиме пуска. В таблице 4 показано изменение цикловой подачи топлива (qц) на режиме пуска (частота вращения вала насоса 100 мин<sup>-1</sup>) для двигателя КамАЗ-740 при изменении диаметральных зазоров в распылителе от 5 до 30 мкм. В результате утечек топлива из ФС значение qц снизилось со 200 до 150 мм<sup>3</sup> за цикл, а при работе с ФО значение qц практически не изменилось.

Таблица 4 – Изменение цикловой подачи топлива на режиме пуска в зависимости от диаметрального зазора между иглой и корпусом распылителя

Диаметральный зазор, мкм	5	10	15	20	25	30
Цикловая подача топлива для ФС, мм <sup>3</sup>	200	194	190	185	178	150
Цикловая подача топлива для ФО, мм <sup>3</sup>	200	200	200	198	196	193

Из анализа таблицы 4 следует, что форсунки с замкнутым объемом над иглой обладают саморегулированием цикловой подачи топлива. Меньшая «чувствительность» к росту зазора опытных форсунок позволило повысить начальный зазор в распылителе до 4–6 мкм (вместо 2–4 мкм), что увеличит подвижность иглы, уменьшит число отказов в результате зависания иглы.

Топливную систему без сливной магистрали рекомендуется применять для форсунок, имеющих гидромеханическое управление.

#### ВЫВОДЫ

1 В результате теоретических и экспериментальных исследований показана возможность использования топливной аппаратуры дизеля с рециркуляцией утечек топлива из форсунок с гидромеханическим управлением.

2 Экспериментальными исследованиями подтверждена эффективность применения модернизированного нагнетательного клапана насоса высокого давления, конструкция которого способна устранять возможное «гидравлическое заклинивание» иглы, приводящее к отказу в работе топливной аппаратуры.

3 Топливная аппаратура с замкнутым объемом над иглой обладает саморегулированием цикловой подачи топлива, менее чувствительна к увеличению зазора в распылителе, снижает удельный расход топлива на 2–3 г/(кВт·ч), и дымность отработавших газов на 20 %.

4 Испытания топливной аппаратуры дизелей КамАЗ-740, оборудованных опытными форсунками, показали стабильность подачи топлива при увеличении диаметрального зазора в распылителях до 20 мкм.

5 Топливную систему без сливной магистрали рекомендуется применять для форсунок, имеющих гидромеханическое управление с малым остаточным давлением в трубопроводе между насосом и форсунками (не более 2 МПа).

6 Дорожные испытания автомобиля КамАЗ-5320, оборудованного опытной системой подачи топлива, показали её надёжность и эффективность, что даёт основание рекомендовать её в производство.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Файнлейб, Б. Н.** Топливная аппаратура автотракторных дизелей: справочник / Б. Н. Файнлейб. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л. : Машиностроение, Ленинг. отделение, 1990. – 352 с.

2 **Чугаев, Р. Р.** Гидравлика. (Учебник для вузов). – Л. : «Энергия», 1975. – 600 с.

3 Улучшение экологических и эффективных показателей дизеля в эксплуатации путем рециркуляции утечек в топливной аппаратуре / Ю. П. Макушев, А. Л. Иванов, В. А. Каня [и др.] // Вестник СибАДИ. – 2016. – № 3 (49). – С. 22–30.

4 **Роганов, С. Г.** Определение некоторых параметров форсунки с замкнутым надыголочным объёмом / С. Г. Роганов, Ю. П. Макушев // Изв. вузов. Машиностроение. – 1978. – № 2. – С. 107–112.

5 **Грехов, Л. В.** Улучшение показателей топливной аппаратуры дизелей аккумулярованием утечек в надыголочном объёме форсунок / Л. В. Грехов // Рабочие процессы дизелей; под ред. В. А. Вагнера, Н. А. Иващенко, Д. Д. Матиевского. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 1995. – С. 47–56.

6 **Макушев, Ю. П.** Системы питания быстроходных дизелей: учебное пособие / Ю. П. Макушев. – Омск : Изд-во СибАДИ, 2004. – 181 с.

7 Системы питания дизелей [Электронный ресурс] : монография / Ю. П. Макушев, Л. Ю. Волкова, А. П. Жигadlo : кафедра «Тепловые двигатели и автотракторное электрооборудование». – Омск : СибАДИ, 2017. – 168 с. Режим доступа : <http://lib.sibadi.org/books/ed2228>.

8 А.с. 1002650. СССР, М. Кл.3 F 02 59/44. Нагнетательный клапан / Ю. П. Макушев, В. А. Комаров, В. П. Василевский (СССР). Павлодарский индустриальный институт. – № 3371797/25–06; заявл. 28.12.1981; опубл. 7.03.1983, Бюл. № 9. – 2 с. : ил. 1.

9 **Лашко, В. А.** Концепция образования выбросов отработавших газов и возможность управления процессом сгорания в поршневом двигателе / В. А. Лашко, И. Ю. Привальцев. Актуальные проблемы создания, проектирования и эксплуатации современных двигателей внутреннего сгорания. Выпуск 5. Хабаровск, 2012. – С. 49–65.

10 **Ордабаев, Е. К., Ахметов, С. И., Есаулков, В. С.** О расширении возможностей метода рециркуляции отработавших газов в поршневом двигателе внутреннего сгорания // Наука и техника Казахстана. – 2019. – № 1. – С. 22–26.

11 **Кавтарадзе, Р. З.** Теория поршневых двигателей: Специальные главы : учебник для вузов / Р. З. Кавтарадзе. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана. – 2008. – 720 с.

12 **Волкова, Л. Ю., Макушев, Ю. П.** Диагностирование процесса подачи топлива в дизелях // Наука и техника Казахстана. – 2018. – № 2. – С. 19–29.

Материал поступил в редакцию 16.09.19.

**Макушев Юрий Петрович**

т.ғ.к., доцент, «Автомобиль көлігі» факультеті,  
Сібір мемлекеттік автомобиль-жол университеті (СибАДИ),  
Омск қ., 644080, Ресей;  
e-mail: makushev321@mail.ru.

**Рындин Владимир Витальевич**

т.ғ.к., профессор, «Механика және мұнай-газ ісі» кафедрасы,  
Металлургия, иашина жасау және көлік факультеті,  
С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,  
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы,  
e-mail: rvladvit@yandex.kz.

**Волкова Лариса Юрьевна**

т.ғ.к., доцент, «Кемелік энергетикалық қондырғылар  
және жылуэнергетикасы» кафедрасы,  
Калининград мемлекеттік техникалық университеті,  
Калининград қ., 236000, Ресей Федерациясы,  
e-mail: volkova0969@mail.ru.  
Материал баспаға 16.09.19. түсті.

**Дизелді жабдық жабдықтың өткізуші күштерімен операциялары**

*Жоғары қысымды желілерге отынның ағып кетуін рециркуляциялаумен дизельді электрмен қамтамасыз ету жүйесінің теориялық және тәжірибелік зерттеулері келтірілген. КАМАЗ-740 сияқты дизельді қозғалтқыштар үшін саңылаулардың жабық көлемімен жанармай жабдықтарын пайдалану мүмкіндігі негізделген.*

*Инелер мен саңылау денесі арасындағы диаметральды айырмашылыққа байланысты отын ағып, эксперименталды түрде анықталды және оның шекті мәнін ақтады. Конструкция жабық көлемдегі саңылаулардың инелерінің «гидравликалық кептелуін» жоюға қабілетті жоғары қысымды сорғылық разряд клапандары ұсынылған. Жабық инжектор көлемі бар отын жүйесі шашатын саңылаудың жоғарылауы кезінде отын циклінің өзін-өзі реттеуі бар екенін атап өткен жөн.*

*КАМАЗ-740 дизельді қозғалтқышын сериялық және эксперименталдық инжекторлармен жабдықталған отын жабдықтары бойынша сынақтан өткізу нәтижелері келтірілген. Отын отынының тұрақтылығын жоғарылату, отын шығынын азайту және пайдаланылған газдардағы күлдің азаюы байқалды.*

*Кілтті сөздер: отын жабдықтары, шүмек, циклдік беріліс, тұрақтылық, ылғалдың пайда болуы, отын ағып кетуі, разряд клапаны*

**Makushev Iurij Petrovich**

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,  
Faculty of «Road transport»,  
Siberian State Automobile and Road University (SibADI),  
Omsk, 644080, Russian Federation,  
e-mail: makushev321@mail.ru.

**Ryndin Vladimir Vitalevich**

Candidate of Engineering Sciences, Professor,  
Department of «Mechanics and Oil and Gas Engineering»,

---

---

Faculty of Metallurgy, Machine Building and Transport,  
S. Toraigyrov Pavlodar State University,  
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan,  
e-mail: rvladvit@yandex.kz.

***Volkova Larisa Iurevna***

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor  
Department of «Ship Power Stations and Power System»,  
Kaliningrad State Technical University,  
Kaliningrad, 236000, Russian Federation,  
e-mail: volkova0969@mail.ru.  
Material received on 16.09.19.

### **Features of operation of the diesel fuel equipment with a closed volume forces**

*Theoretical and experimental studies of the diesel power supply system with recirculation of fuel leaks to the high-pressure line are given. The possibility of using fuel equipment with a closed volume of nozzles for diesel engines such as KAMAZ-740 is substantiated.*

*Determined experimentally by the leakage of fuel, depending on the diametral gap between the needle and the nozzle body and justified its limiting value. High pressure pump discharge valves are proposed, the design of which is capable of eliminating the possible «hydraulic jamming» of a nozzle needle with a closed volume. It is noted that the fuel system with a closed injector volume has self-regulation of the fuel cycle during the increase of the gap in the nozzle.*

*The results of testing a KAMAZ-740 diesel engine with fuel equipment with serial and experimental injectors are presented. An increase in the stability of fuel injection, a reduction in fuel consumption and a reduction in soot in the exhaust gases were noted.*

*Keywords: fuel equipment, nozzle, cyclic feed, stability, soot formation, fuel leakage, discharge valve.*

**Жолдыбаев Шахман Серикбаевич**

к.т.н., доцент, кафедра «Технологические машины и строительства»,  
Жезказганский университет имени О. А. Байконурова,  
г. Жезказган, 600100, Республика Казахстан,  
e-mail: schachman@mail.ru

**Омаров Жумабек Мухтарович**

к.т.н., ассоц. профессор (доцент), кафедра «Архитектура и дизайн»,  
Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова,  
г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан,  
e-mail: zhumabek-omarov@mail.ru

**Жандалинова Кульжамал Айтпаевна**

к.т.н., ассоц. профессор (доцент), кафедра «Архитектура и дизайн»,  
Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова,  
г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан,  
e-mail: parasat1@mail.ru

**Оразова Динара Казбековна**

PhD, ассоц. профессор (доцент), кафедра «Промышленное,  
гражданское и транспортное строительство»,  
Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова,  
г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан,  
e-mail: d-orazova@bk.ru

**ТРЕЩИНОСТОЙКОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОЧНЫХ  
ФРАГМЕНТОВ ТРЕХСЛОЙНЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЙ**

*Проведены экспериментальные исследования образцов-фрагментов железобетонных трехслойных плит перекрытий со средним слоем из пенополистирола не имеющих внутренних ребер, которые, в отличие от других конструкций являются «мостиками» холода. Все размеры: толщины слоев и концевых ребер, пролет фрагмента, армирование соответствует плитам перекрытия. Приводятся экспериментальные данные на трещиностойкость, образование и развитие трещин в фрагментах и рекомендации к расчету.*

*Экспериментальные исследования по проверке трещиностойкости балочных фрагментов трехслойных плит перекрытий показали, что они обладают достаточным запасом трещиностойкости как пролетных, так и опорных сечений. На основании проведенных экспериментов уточнена и дополнена методика расчета по образованию наклонных трещин, СНиП 2.03.01-84. Бетонные и железобетонные конструкции. – М.: Стройиздат, 1985.*

*Коэффициент  $\gamma_{сф}$ , входящий в формулу (141) указанного СНиПа, учитывающий условия работы бетона нижнего слоя фрагментов плит перекрытий, на основании проведенных опытов рекомендуются принимать равным 0,4. Значения главных растягивающих напряжений в формуле (143) в нижнем слое в зоне образования наклонных трещин рекомендуется определять по формуле  $\sigma_{нл} = \tau_{ху}$ .*

*Ключевые слова: образцы-фрагменты, плиты перекрытия, пенополистирол, верхний и нижний бетонный слой, сетка, теплоизолирующий слой, армирование, теплотехнический расчет, каркас, расчетная температура, мостик холода, трехслойная плита.*

ВВЕДЕНИЕ

Трехслойные плиты перекрытий над техническим подпольем и чердачных перекрытий со средним слоем из пенополистирола до последнего времени разрабатывались с промежуточными сквозными ребрами из тяжелого бетона, являющимися, как правило, мостиками холода, а также усложняющими и утяжеляющими их конструкцию [1–4].

Для повышения эффективности строительства жилых домов вместо указанных трехслойных конструкций и сплошных железобетонных плит перекрытий были предложены конструкции плоских трехслойных плит перекрытий со средним слоем из пенополистирола без внутренних ребер.

В целях унификации технологического процесса комплексные плиты были запроектированы с габаритными размерами, полностью повторяющими габариты междуэтажных перекрытий. Общая толщина плит перекрытий при этом составляет 160 мм [5–10].

Толщина среднего теплоизолирующего слоя трехслойных плит определена теплотехническим расчетом согласно СНиП II-3-79хх. Расчетные температуры воздуха в соответствии с проективной практикой приняты: в жилых помещениях  $t_{в}^0 = 20^{\circ}\text{C}$ , в подвале  $t_{в}^0 = 5^{\circ}\text{C}$ , в теплом чердаке  $t_{в}^0 = 12^{\circ}\text{C}$ . Согласно расчету необходимая толщина среднего слоя для плит перекрытий над тех подпольем равна  $h_m = 23,5$  мм, принята с запасом  $h_m = 30$  мм. Толщина верхнего бетонного слоя принята 60 мм, с учетом этого толщина нижнего бетонного слоя принята 70 мм.

Трехслойные плиты, опертыми по контуру, ввиду неоднородности их сечений от пролета до краевых ребер и работы в двух направлениях невозможно было в одинаковой степени изучить характер трещинообразования и разрушения сечений, находящихся в условиях резко различного напряженного состояния, особенно в местах примыкания ребер. Поэтому на первом этапе исследования с целью выявления особенностей и характер трещинообразования и разрушения приопорных участков плит испытывались балочные образцы-фрагменты. Для плит перекрытий, опертых по контуру, они представляли собой как бы вырезанные из средней части реальной плиты полоски, полностью имитирующие общую толщину, толщины слоев, ширину краевых ребер, длину пролета, соответствующую короткому пролету плит, опертых по контуру. Армирование фрагментов было близким к реальным плитам.

Толщина контурных ребер определялась на основании расчетов:

а) на сдвигающие усилия по формуле

$$T \leq \bar{T},$$

где  $T$  – действующее сдвигающее усилие в ребре

$$T = K_m \times r / 2 \times a \times l / 2, \tag{1}$$

$\bar{T}$  – предельное усилие сопротивления сдвигу

$$T = 2 \times R_{\text{ср}} \times \epsilon_{\text{ср}} \times \epsilon, \quad (2)$$

$\tau$  – скалывающие напряжения у опоры, определяемые из выражения:

$$\tau = \frac{3}{2} \cdot \frac{Q}{\epsilon(h_f + h'_f)}, \quad (3)$$

$h_f, h'_f$  – толщины нижнего и верхнего слоев;

$K_m$  – эмпирический коэффициент, равный 0,5, учитывающий сопротивление сдвигу по контактам слоев;

$v_w$  – толщина опорного ребра;

Согласно результатам этих расчетов прочностные и теплотехнические характеристики обеспечиваются при толщине контурного ребра для плит перекрытия  $v_w = 100\text{--}150$  мм. Для плит перекрытий приняты  $v_w = 150$  мм.

#### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Образцы-фрагменты изготавливались в экспериментальном цехе ЗЖБИ в металлической опалубке. Заготовленные арматурные сетки устанавливались в предварительно смазанную масляной эмульсией форму. Для фиксации арматурных сеток в проектном положении применялись стандартные пластмассовые и проволочные фиксаторы. Для контроля толщины нижнего бетонного слоя на бортах опалубки наносились линии краской и контролировались щупом. Бетонная смесь укладывалась в форму до отметки с последующим уплотнением вибрацией без заглаживания, затем на нижний бетонный слой укладывались плиты пенополистирола марки ПСБ и устанавливалась верхняя распределительная сетка, после чего производилась укладка бетона верхнего слоя с уплотнением и заглаживанием.

После выдержки образцов в форме, в условиях естественного твердения при положительной температуре воздуха в помещении формовочного цеха в течение 6–7 дней производилось их распалубка, далее они хранились в тех же условиях до испытаний. Одновременно с бетонированием образцов производилось бетонирование стандартных призм размерами 100x100x400 мм и кубов размерами 100x100x100 мм. Кубы и призмы выдерживались в тех же условиях, что и образцы. Для выявления физико-математических свойств рабочей арматуры по каждому классу были заготовлены по три стержня длиной 400 мм. Характеристики балочных образцов фрагментов трехслойных плит перекрытий приведены в таблице 1.

Опираение фрагментов производилось по двум сторонам, по балочной схеме. Нагрузка создавалась тарированными штучными грузами массой по 20 кг,



равномерно распределенными по поверхности плит. Нагружение фрагментов производилось ступенями по 0,05–0,07 от величины теоретической разрушающей нагрузки. В процессе испытаний измерялись прогибы верхнего и нижнего слоя фрагментов прогибомерами с ценой деления 0,01 мм, осадка опор при помощи индикаторов часового типа с ценой деления 0,01 мм. Ширина раскрытия трещин на различных этапах нагружения измерялась при помощи переносного микроскопа и трафаретом с ценой деления 0,05 мм. Для измерения деформаций бетона в наиболее напряженных точках применялись датчики сопротивления типа ПКБ с базой 50 мм. Общие виды испытаний фрагментов и расположение приборов и трещин показаны на рисунке 1; физико-механические характеристики арматурной стали, бетона и пенополистирола приведены в таблицах 2, 3 и 4.

Таблица 1 – Характеристики балочных образцов фрагментов трехслойных плит перекрытий

Обозначение фрагментов	Количество	Размеры, см							Армирование			
		L	B	h	h <sub>г</sub>	h <sub>г</sub> '	h <sub>м</sub>	v <sub>w</sub>	нижнего слоя	верхнего слоя	опорного узла	торцевых ребер
ФП1	1	360	30	16	7	6	3	15	2Ø8	2Ø5	2Ø6	2Ø5
ФП2,3	2								2Ø6			
ФП4	1								2Ø5			
ФП5	1								-			
									2Ø8	2Ø5		
ФП6	1	Без среднего слоя							2Ø8	1Ø5	2Ø6	2Ø5
ФП7	1	250	30	16	8	5	3	15	3Ø6	3Ø4	-	3Ø4
ФП8	1			7	6							

Примечания: Бетон нижнего и верхнего слоев тяжелый класса В15. Средний слой - из пенополистирола класса ПСБ ρ=40 кг/м<sup>3</sup>. Класс арматуры: нижнего слоя и опорного узла А-III, верхнего слоя и ребер Вр-1. Фрагменты ФП7 и 8 испытывались на действие длительной нагрузки.



Рисунок 1 – Общий вид балочного образца-фрагмента ФП1 во время испытаний

Таблица 2 – Физико-механические характеристики бетона

Обозначение фрагментов	Кубиковая прочность	Призменная прочность	Прочность при растяжении	Начальный модуль упругости $\times 10^{-3}$
	МПа			
ФП1	20,05	15,04	1,52	21,5
ФП2	14,35	10,76	1,00	19,0
ФП3	14,35	10,76	1,00	19,0
ФП4	13,87	10,40	1,77	19,0
ФП5	20,86	15,64	1,84	21,4
ФП6	11,88	8,92	1,00	18,0
ФП7	10,93	8,2	1,50	24,5
ФП8				

На начальных этапах нагружения вплоть до образования первых трещин деформирование образцов-фрагментов происходило, как это обычно наблюдается и у сплошных изгибаемых элементов, по зависимостям, близким к упругой работе. Первые трещины образовались в середине пролета при нагрузке 0,59-0,75 в среднем 0,65 от разрушающей с последующим их развитием и образованием новых трещин в среднем трети пролета. Ширина раскрытия этих трещин изменялась от 0,05 мм в момент образования до 1-2 мм к моменту исчерпания несущей способности (рисунок 2).

Таблица 3 – Физико-механические характеристики арматурной стали

Диаметр и класс	Предел текучести	Предел прочности	Модули упругости	Относительное удлинение, %
	МПа			
Ø 4(3,8) Вр-1	-	743	1,8	3,1
Ø 5(4,8) Вр-1	408	651	1,7	3,7
Ø 6(6,1) А-III	552	795	2,0	21,2
Ø 8(8,1) А-III	480	727	2,0	23,3

Примечание: В скобках – фактические диаметры образцов.

Таблица 4 – Физико-механические свойства пенополистирола

Марка пенополистирола	Плотность кг/м <sup>3</sup>	Предел прочности	Модуль деформации	Сжимаемость
		МПа		
ПСБ-30	28,0	0,22	4,4	0,08

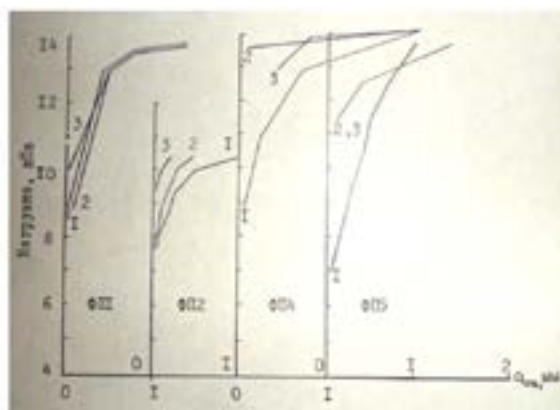
Расчет по образованию нормальных трещин в пролете заключался в проверке условия: трещины в сечениях не образуется, если изгибающий момент от внешних сил не превышает изгибающий момент предельных внутренних усилий перед образованием трещин. При этом момент внешних сил равен

$$M_{crc}^{exp} = q_{crc}^{exp} \cdot e \cdot l_0^2 / 8 \tag{4}$$

где  $q_{crc}^{exp}$  – опытная нагрузка образования нормальных трещин в пролете (таблица 5).

Момент внутренних усилий определялся по формуле СНиП (87) в которой использовалась фактическая прочность бетона на растяжение  $R_{bt}$ , а момент сопротивления приведенного сечения определялся без учета среднего слоя.

$$M_{crc}^{th} = R_{bt} \cdot W_{pl} \tag{5}$$



1 – в пролете; 2, 3 – у опор

Рисунок 2 – Ширина раскрытия трещин в балочных фрагментах плит перекрытий

При этом опытные значения нагрузки, соответствующие образованию первых нормальных трещин в пролете трехслойных фрагментов плит перекрытий превышали теоретические в среднем на 44 %, с рассеиванием от 12 до 96 % (таблица 5).

При дальнейшем увеличении нагрузки трещины образовывались и в приопорных сечениях, где бетонные слои примыкают к торцевому ребру. Приопорные участки работают в условиях сложного напряженного состояния: вблизи ребра действует одновременно большая поперечная сила и малый изгибающий момент.

При нагрузке 0,64–1,0 от разрушающей образовались верхние надпорные нормальные трещины в месте примыкания верхнего бетонного слоя к ребру. Верхний бетонный слой в составе плиты как сжатая полка коробчатой конструкции испытывает сжимающие усилия. Кроме того, как балка, защемленная в ребрах, оно подвергается изгибу, при этом на приопорных участках возникают отрицательные изгибающие моменты. Опытные величины этих моментов определялись по формуле

$$M^{exp} = q_{cr}^{exp} \cdot e \cdot l_0^2 / 12 \quad (6)$$

где  $q_{cr}^{exp}$  – опытная нагрузка образования нормальных трещин в зоне примыкания верхнего слоя к ребру.

Таблица 5 – Трещиностойкость фрагментов плит перекрытий в пролете

Нагрузки (кПа) и их соотношения	Обозначение плит				
	ФП1	ФП2	ФП3	ФП4	ФП5
Нагрузка образования трещин в пролете					
опытная $q_{cr}^{exp}$	8,82	7,7	6,96	8,82	8,08

теоретическая $q_{сер}^{th}$	5,96	3,93	3,93	6,95	7,22
$q_{сер}^{exp} / q_{сер}^{th}$	1,49	1,96	1,77	1,18	1,12

Теоретическое значения моментов образования нормальных трещин в зоне примыкания верхнего слоя к ребру определялись по формуле

$$M^{об} = R_{кр} \cdot W_{pl}^1$$

где  $W_{pl}^1$  – момент сопротивления для верхнего слоя.

Расчет производился как для балки, заземленной в ребре, без учета среднего слоя, в действительности балка работает как заземленная в ребре на упругом основании и при податливых контактах между слоями, верхний слой через пенополистирол передает определенную часть нагрузки нижнему бетонному слою. Этим можно объяснить превышение опытных значений нагрузки над теоретическими в 5,85–7,94 в среднем в 7,25 раза.

Для оценки целесообразности использования методики расчета ограничимся в первом приближении разбиением балки на два участка длиной  $l/2$ , при этом будем иметь двух неизвестных  $X_0$  и  $X_1$  и соответственно два уравнения:

$$\begin{aligned} X_0 \delta_{00} + X_1 \delta_{01} + \Delta_{0q} &= 0 \\ X_0 \delta_{01} + X_1 \delta_{11} + \Delta_{1q} &= 0 \end{aligned}$$

Найдем сначала  $\Delta_{iq}$ . Согласно правилам строительной механики имеем:

$$\Delta_{0q} = \frac{q l^{13}}{24 \times E_s \times I}; \Delta_{1q} = -\frac{5}{384} \times \frac{q l^{14}}{E_s \times I^4}$$

где  $E_s$  – модуль упругости бетона;

$I$  – момент инерции сечения верхнего слоя-полки.

Далее определим  $\delta_{ij}$ . Их упругая часть находится аналогично  $\Delta_{iq}$

$$w_{00} = \frac{l}{2 \times E_s \times I}; w_{01} = \frac{l^2}{16 \times E_s \times I^3}; w_{10} = \frac{l^2}{8 \times E_s \times I^3}; w_{11} = \frac{l^3}{48 \times E_s \times I^4}$$

Осадка основания  $u_{ij}$  в данном случае будет зависеть от модуля упругости  $E_{14}$  и толщины слоя  $h_m$  пенополистирола и войдет только в перемещения  $\delta_{11}$

$$y_{11} = \frac{h_m}{6 \times c \times E_m} = \frac{2h_m}{6 \times l^1 \times E_m} \quad (7)$$

где  $v$  – ширина балки;  
 $c$  – длина участков разбиения.  
 Суммарные значения  $\delta_{ij}$  будут

$$\delta_{00} = \frac{l^1}{2 \times E_s \times I^1}; \quad \delta_{01} = \frac{l^{12}}{16 \times E_s \times I^1}; \quad \delta_{10} = \frac{l^{12}}{8 \times E_s \times I^1} \quad (8)$$

$$w_{11} = \frac{l^{13}}{48 \times E_s \times I^1} + \frac{2h_m}{6 \times l^1 \times E_m};$$

Подставляя (6) и (9) в (5) и решая эту систему, находим:

$$M_0' = X_0 = \frac{q l^1}{4} \cdot \left[ \frac{1}{3} - \frac{1}{4 \cdot (1 + 8h_m \cdot h^{13} \cdot n / l^{14})} \right] \quad (9)$$

где  $h = E/E_m$  – отношение модулей упругости бетона и пенополистирола.

Анализ формулы 6 показал, что второй член в знаменателе пренебрежимо мал по сравнению с 1, а это означает, что влияние осадки среднего слоя пенополистирола несущественно, очевидно, из-за относительно малой толщины его слоя. При этом величина  $M_0'$  будет близка к значению, получаемому для балки, опертой на несжимаемые опоры, а эпюры моментов и прогибов в пролете не соответствуют действительным.

Следовательно, классический метод [12] расчета верхней полки трехслойных плит как балки на упругом основании из-за малой толщины среднего слоя применять нецелесообразно.

Примерно аналогичный результат получается и при анализе работы верхнего слоя как неразрезной многопролетной балки на упругих опорах [12].

Поскольку, таким образом, чисто теоретически пока не удалось достичь удовлетворительного результата, были использованы дополнительно некоторые обобщенные опытные параметры.

Следовательно, при расчете это влияние среднего слоя должно учитываться. Это достигается введением эмпирического коэффициента  $K = 1/7,25 \approx 0,15$  в формулу (3). При этом теоретические значения нагрузки образования нормальных трещин в зоне примыкания верхнего слоя к ребру определялись по формуле

$$q_{cre}^{th} = \frac{80 \times R_{et} \times W_{pl}}{6 \times l_0^2} \tag{10}$$

Как видно из таблицы 6 после такой корректировки опытные и теоретические величины сблизилась и их соотношение в среднем составило 1,09.

Таблица 6 – Нагрузки образования нормальных трещин у опор

Обозначение фрагментов	$q_{cre}^{exp}$	$q_{cre}^{th}$	$q_{cre}^{exp} / q_{cre}^{th}$
	кН, м		
ФП1	8,82	10,07	0,88
ФП2	7,72	6,6	1,17
ФП3	7,71	6,61	1,17
ФП4	14,0	11,73	1,19
ФП5	13,63	12,27	1,11
Среднее			1,09

Образование нормальных трещин в зоне примыкания верхнего бетонного слоя к ребру в трехслойных фрагментах с малопрочным средним слоем, хотя и оказывает существенное влияние на достижение конструкцией предельного состояния, не является лимитирующим фактором исчерпания несущей способности элемента, прочность этих сечений достаточно высока.

Нижний бетонный слой в составе плиты как растянутая полка коробчатой конструкции испытывает растягивающие усилия. Приопорные участки, как отмечено выше, работают в условиях сложного напряженного состояния. Кроме того, после образования верхней надпорной трещины приопорное сечение ослабляется, в результате растягивающие напряжения возрастают и следует образование наклонных трещин в зоне примыкания нижнего бетонного слоя к ребру. Образование этих трещин произошло при нагрузке 0,73–0,92 от разрушающей. Ширина их раскрытия, за исключением образца ФП2, изменялась в том же интервале, что и трещин в пролете. У образца же ФП2 в связи со слабым армированием в пролете приопорные трещины успели раскрыться лишь до 0,5 мм (рисунок 1).

В настоящее время методика образования наклонных трещин с учетом действительного напряженно-деформированного состояния элементов разработана недостаточно.

Приведенная в п.4.11 СНиП [11] методика расчета по образованию наклонных трещин, по мнению А. С. Залесова [13], в целом удовлетворительно оценивает трещиностойкость предварительно напряженных конструкций. Для ненапряженных изгибаемых элементов с трещинами в растянутой зоне расчет согласно [13] предлагается вести из условия

$$\sigma_{int} = \tau_{xy} \tag{11}$$

где  $\sigma_{mt}$  – главные растягивающие напряжения в бетоне;

$\tau_{xy}$  – касательные напряжения в бетоне от внешней нагрузки.

В трехслойных балочных фрагментах на напряженное состояние перед образованием наклонных трещин оказывает влияние образование и развитие нормальных надпорных трещин, работа на растяжение нижнего бетонного слоя. Так как этот слой работает в основном на растяжение, то формула (143) СНиП [11] при  $\sigma_y=0$  принимает вид

$$\sigma_{mt} = \frac{\sigma_x}{2} \pm \sqrt{\frac{\sigma_x^2}{4} + \tau_{xy}^2} \quad (12)$$

где  $\sigma_x$  – нормальное напряжение в бетоне на площадке, перпендикулярной продольной оси элемента, которое определяется по формуле

$$\sigma_x = M/W_{red}, \quad (13)$$

где  $M$  – изгибающий момент в зоне примыкания бетонных слоев к ребру;

$W_{red}$  – приведенный момент сопротивления сечения за вычетом среднего слоя.

Касательные напряжения в бетоне  $\tau_{xy}$  от внешней нагрузки определяются из выражения

$$\tau_{xy} = \frac{Q_{crc}^{exp} \cdot S_{red}}{I_{red} \cdot b} \quad (14)$$

где  $Q_{crc}^{exp}$  – поперечная сила в рассматриваемом сечении в момент образования наклонной трещины.

$$Q_{crc}^{exp} = q_{crc}^{exp} \cdot b \cdot l_0 / 2 \quad (15)$$

где  $q_{crc}^{exp}$  – по таблице 6.

$S_{red}$  и  $I_{red}$  – приведенный статический момент и момент инерции сечения за вычетом среднего слоя.

После подстановки формул (13), (14) в (15) находим:

$$\sigma_{mt} = \tau_{xy},$$

что подтвердило гипотезу, заложенную в условии (10).



С учетом этого коэффициент условий работы  $\gamma_{вф}$ , входящий в формулу (141) СНиП [11], может быть определен из выражения

$$\gamma_{вф} = \sigma_{mt} / R_{сг} \text{ или } \gamma_{вф} = \tau_{xy} / R_{сг} \tag{16}$$

Найденный коэффициент  $\gamma_{вф}$  для элементов плит перекрытий при нагрузке образования наклонных трещин менялся от 0,37 до 0,49 в среднем 0,43 (таблица 7).

Для обеспечения запаса по образованию наклонных трещин и для дальнейшего удобства расчета выбрано значение коэффициента  $\gamma_{вф} = 0,4$ .

При этом, как видно из таблицы 8, получена удовлетворительная сходимости опытных и теоретических значений нагрузок по образованию наклонных трещин в зоне примыкания нижнего бетонного слоя к ребру.

Таблица 7 – Значение коэффициента  $\gamma_{вф}$  для фрагментов плит

Обозначение фрагментов	$\sigma_x$ по формуле (2.8)	$\sigma_{mt} = \tau_{xy}$ по формуле (2.6)	$\gamma_{вф}$
	МПа		
ФП3	0,057	0,59	0,39
ФП4	0,044	0,46	0,46
ФП6	0,047	0,49	0,49
ФП15	0,075	0,77	0,44
ФП16	0,065	0,68	0,37
	в среднем		0,43

Таблица 8 – Нагрузки образования наклонных трещин у опор

Обозначение фрагментов	$\sigma_x$	$\sigma_{mt} = \tau_{xy}$	$\gamma_{вф}$
	МПа		
ФП1	9,93	10,17	0,98
ФП2	7,7	6,67	1,15
ФП3	8,26	6,67	1,24
ФП4	12,89	11,83	1,09
ФП5	11,43	12,33	0,93
	среднее		1,08.

### ВЫВОДЫ

1 Экспериментальные исследования по проверке трещиностойкости балочных фрагментов трехслойных плит перекрытий показали, что они обладают достаточным запасом трещиностойкости как пролетных, так и опорных сечений.

2 На основании проведенных экспериментов уточнена и дополнена методика СНиП [11] расчета по образованию наклонных трещин. Коэффициент  $\gamma_{вф}$ , входящий в формулу (141) [11], учитывающий условия работы бетона нижнего слоя фрагментов плит перекрытий, на основании проведенных опытов рекомендуются принимать равным 0,4. Значения главных растягивающих напряжений в формуле

(143) [11] в нижнем слое в зоне образования наклонных трещин рекомендуется определять по формуле  $\sigma_{\text{нр}} = \tau_{\text{дт}}$ .

3 Расчет фрагментов трехслойных плит перекрытий производился на действие поперечной силы для обеспечения прочности по наклонной трещине с коэффициентом  $\phi_n$ , учитывающим влияние продольных растягивающих сил в нижнем слое, равным (-0,8) и рабочей высотой сечения для нижнего бетонного слоя.

4 В применяемых в жилых зданиях плитах перекрытий, опертых по контуру, поперечные силы, исходя из расчетных нагрузок, существенно ниже, чем для балочных плит. Следовательно, результаты опытов на фрагментах показывают, что опертые по контуру трехслойные плиты перекрытий жилых зданий будут иметь достаточный запас от внешних сил.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 ГОСТ 8829-85. Конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные. Методы испытаний нагружением и оценка прочности, жесткости и трещиностойкости. М. : Издательство стандартов, 1985.

2 **Жолдыбаев Ш. С., Омаров Ж. М., Жандалинова К. А., Оразова Д. К.** Несущая способность фрагментов плит перекрытий // Наука и техника Казахстана. – 2019. – № 3. – С.

3 Пособие по проектированию конструкций жилых зданий. М. : Стройиздат, 1989.

4 **Байков В. Н., Сигалов Э. Е.** Железобетонные конструкции. Общий курс. М. : Стройиздат, 1991. – 767 с.

5 **Попов Н. Н., Забегаев А. В.** Проектирование и расчет железобетонных и каменных конструкций. М. : Высшая школа, 1989. – 400 с.

6 **Байков В. Н., Стронгин С. Г.** Строительные конструкции. М. : Стройиздат, 1980.

7 **Барашиков А. Я.** и др. Железобетонные конструкции. Киев, 1984.

8 **Жолдыбаев Ш. С., Омаров Ж. М., Жандалинова К. А., Оразова Д. К.** Железобетонные трехслойные плиты покрытия для теплых чердаков // Наука и техника Казахстана. – 2019. – № 2. – С.

9 **Мандриков А. П.** Примеры расчета железобетонных конструкций. М. : Стройиздат, 1989. – 512 с.

10 СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия. М. : 1986. – 34 с.

11 СНиП 2.03.01-84. Бетонные и железобетонные конструкции. М. : Стройиздат, 1985.

12 **Жемочкин Б. Н., Сеницын А. П.** Практические методы расчета балок и плит на упругом основании. М. : Госстройиздат, 1962.

13 **Залесов А. С., Кодыш Э. Н., Лемыш Е. Е., Никитин И. К.** Расчет железобетонных конструкций по прочности, трещиностойкости и деформациям. М. : Стройиздат, 1988. – 320 с.

Материал поступил в редакцию 16.09.19.

**Жолдыбаев Шахман Серикбаевич**

т.ғ.к., доцент, «Технологиялық машиналар және құрылыс» кафедрасы,  
Ө.А. Байқоңыров атындағы Жезқазған университеті,  
Жезқазған қ., 600100, Қазақстан Республикасы,  
e-mail: schachman@mail.ru.

**Омаров Жумабек Мухтарович**

т.ғ.к., доцент, қауымд. профессор (доцент), «Сәулет және дизайн» кафедрасы,  
С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,  
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы,  
e-mail: zhumabek-omarov@mail.ru.

**Жандалинова Кульжамал Айтбаевна**

т.ғ.к., доцент, қауымд. профессор (доцент),  
«Сәулет және дизайн» кафедрасы, С.Торайғыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті,  
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы,  
e-mail: parasat1@mail.ru.

**Оразова Динара Казбековна**

PhD, қауымд. профессор (доцент), «Өнеркәсіптік және  
көлік құрылысы» кафедрасы, С.Торайғыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті,  
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы,  
e-mail: d-orazova@bk.ru.

Материал баспаға 16.09.19.түсті.

**Үш қабатты аражабын плиталарының темірбетон  
арқалықты фрагменттерінің жарықшақтық төзімділігі**

*Ішкі қабырғалары жоқ пенополистиролдан жасалған орташа қабаты бар аражабынның темірбетон үш қабатты плиталарының үлгі-фрагменттерін эксперименталдық зерттеу жүргізілді, басқа конструкцияларға қарағанда бұл суықтың «аралығы» болып табылады. Барлық өлшемдері: қабаттар мен шеткі қабырғалардың қалыңдығы, фрагменттің аралығы, арматуралау жабу тақталарына сәйкес келеді. Жарыққа төзімділікке, фрагменттердегі жарықшақтардың пайда болуы мен дамуына эксперименталды деректер және есептеуге ұсыныстар келтіріледі.*

*Жабындарының үш қабатты плиталарының арқалық фрагменттерінің жарықтық төзімділігін тексеру бойынша эксперименттік зерттеулер олардың аралық және тірек қималарының жарықтық төзімділігінің жеткілікті қоры бар екенін көрсетті. Жүргізілген эксперименттер негізінде ҚНЖЕ 2.03.01-84 әдістемесі нақтыланды және толықтырылды. Бетон және темірбетонды құрылымдар. – М. : Стройиздат, 1985. Көлбеу жарықтардың пайда болуы бойынша есеп. Жабынды плиталары фрагменттерінің төменгі қабатының бетонының жұмыс жағдайын ескеретін осы ҚНЖЕ (141) формуласына кіретін  $\gamma_{\text{ср}}$  коэффициенті жүргізілген тәжірибелер негізінде 0,4 тең деп қабылдау ұсынылады. Еңіс жарықтардың айда болу аймағындағы төменгі қабаттағы (143) формуладағы басты созу кернеулерінің мәнін мына формула  $\sigma_{\text{ср}} = \tau_{\text{ср}}$  бойынша анықтау ұсынылады.*

*Кілтті сөздер: үлгілердің фрагменттері, жабын плиталары, пенополистирол, бетонның жоғарғы және төменгі қабаты, тор, жылу оқшаулағыш қабат, арматура, жылу техникалық есеп, қаңқасы, есептік температура, суықтың көпірі, сэндвич-плита.*

**Zholdybaev Shakhman Serikbaevich**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Department of «Technological Machines and Construction»,  
O .A. Baykonurov Zhezkazgan University,  
Zhezkazgan, 600100, Republic of Kazakhstan,  
e-mail: schachman@mail.ru

**Omarov Zhumabek Mukhtarovich**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Department of Architecture and Design,  
S. Toraighyrov Pavlodar State University,  
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan,  
e-mail: zhumabek-omarov@mail.ru

**Zhanalinova Kulzhamal Aytpayevna**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Department of Architecture and Design,  
S. Toraighyrov Pavlodar State University,  
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan,  
e-mail: parasat1@mail.ru

**Orazova Dinara Kazbekovna**

PhD, Associate Professor, Department of Industrial,  
Civil and Transport Construction, S. Toraighyrov Pavlodar  
State University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan,  
e-mail: d-orazova@bk.ru

Material received on 16.09.19.

**Cracked resistance of reinforced concrete ball  
fragments of three-layered slabs**

*Experimental studies have been carried out on sample fragments of reinforced concrete three-layer floor slabs with a middle layer of expanded polystyrene that do not have internal stiffeners, which, unlike other structures, are considered as bridges of cold. All the sizes: the thickness of the layers and end ribs, the span of the fragment, the reinforcement are corresponded to the floor slabs. Experimental data on crack resistance, the formation and development of cracks in fragments and recommendations for calculation are given in this article.*

*Experimental studies to verify the crack resistance of girder fragments of three-layer floor slabs have shown that they have an adequate supply of crack resistance for both span and support sections. Based on the experiments performed, the SNIP 2.03.01-84 method was refined and supplemented. Concrete and reinforced concrete structures. – M. : STROYIZDAT, 1985. Calculation for the formation of oblique cracks. The coefficient  $\gamma_{об}$ , which is included in the formula (141) of the specified SNIP, taking into account the working conditions of the concrete of the lower layer of fragments of floor slabs, on the basis of the experiments performed, is recommended to be taken equal to 0.4. The values of the main tensile stresses in formula*

$\sigma_{\text{кр}} = \sigma_{\text{кр}}(143)$  in the lower layer in the zone of formation of inclined cracks are recommended to be determined by the formula.

*Keywords: sample fragments, floor slabs, polystyrene foam, upper and lower concrete layer, mesh, heat insulating layer, reinforcement, heat engineering calculation, frame, design temperature, cold bridge, sandwich plate.*

ГРНТИ 55.43.29, 73.01.81

### **Кокаев Умиржан Шералиевич**

т.ғ.к., доцент, «Көлік, көлік техника және технология» кафедрасы,  
Көлік-энергетика факультеті, Л. Н. Гумилев атындағы  
Еуразиялық ұлттық университеті,  
Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы,  
e-mail: kokayev\_ush@enu.kz

### **Бектаев Бекжан Байрбекұлы**

магистр, оқытушы, «Көлік, көлік техника және технология» кафедрасы,  
Көлік-энергетика факультеті, Л. Н. Гумилев атындағы  
Еуразиялық ұлттық университеті,  
Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы.

### **Абишев Кайратолла Кайроллинович**

т.ғ.к., профессоры, «Көліктік техника және логистика» кафедрасы,  
С.Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,  
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы,  
e-mail: a.kairatolla@mail.ru.

### **Болысбекова Салтанат Темірбекқызы**

магистр, Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,  
Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы.

## **АВТОКӨЛІК КЕШЕНІНІҢ ДИСПЕРСИЯЛЫҚ БӨЛШЕКТЕРМЕН АТМОСФЕРАНЫ ЛАСТАУЫН ЖАЛПЫЛАМА ТАЛДАУ**

*Бұл мақалада қалалардағы ауаны ластау көздерінің қалыптасуы талданады: автокөлік кешені: автокөліктердің шығарындылары (негізінен дизель), жолдың тозуы, тозған автомобиль доңғалақтарының өнімі, автомобильдердің тозған тежегіш төсемдері, құрылыс жұмыстары кезінде шаң, жолдарды жөндеу, ауылдан қалаға кіретін жүк көліктерінің доңғалақтарынан батпақты шығару; жол бойындағы топырақ эрозиясы; энергетика; тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық; өнеркәсіп және құрылыс; ауа-райы жағдайлары; табиғи көздер; басқа көздер.*

*Осылайша, ең көп шоғырлану автомобиль жолдары, тұрғын үйлер мен іргелес аумақтар жанында ең аз ластануға ұшырағаны анықталды.*

*Кілтті сөздер: ауа, дисперсия, бөлшектер, шығуы газдар, көлік, шекті рұқсат етілген концентрация.*

### **КІРІСПЕ**

Дисперстік бөлшектер (ДБ) – газ тәрізді дисперсиялық ортаның құрамында болатын дисперсиялық фазаның қатты немесе сұйық бөлшектері. Атмосферада табылатын дисперсиялық бөлшектердің алуан түрлі шығу тегі, сондай-ақ әртүрлі

химиялық және морфологиялық құрамы бар әрі әртүрлі физикалық сипатқа ие. Бөлшектердің келесі өлшемді фракциялары бар [1–6]:

– TSP (мөлшерленген заттардың сомасы): ауадағы барлық бөлшектерді қамтиды;

– ДБ 10: аэродинамикалық диаметрі 10 мкм-нен (10-нан 2,5 мкм-ге дейін тұрпайы фракция деп аталады) кем бөлшектер үшін қолданылады;

– ДБ 2,5: аэродинамикалық диаметрі 2,5 мкм кем бөлшектер үшін қолданылады (2,5 мкм аз ұсақ фракция).

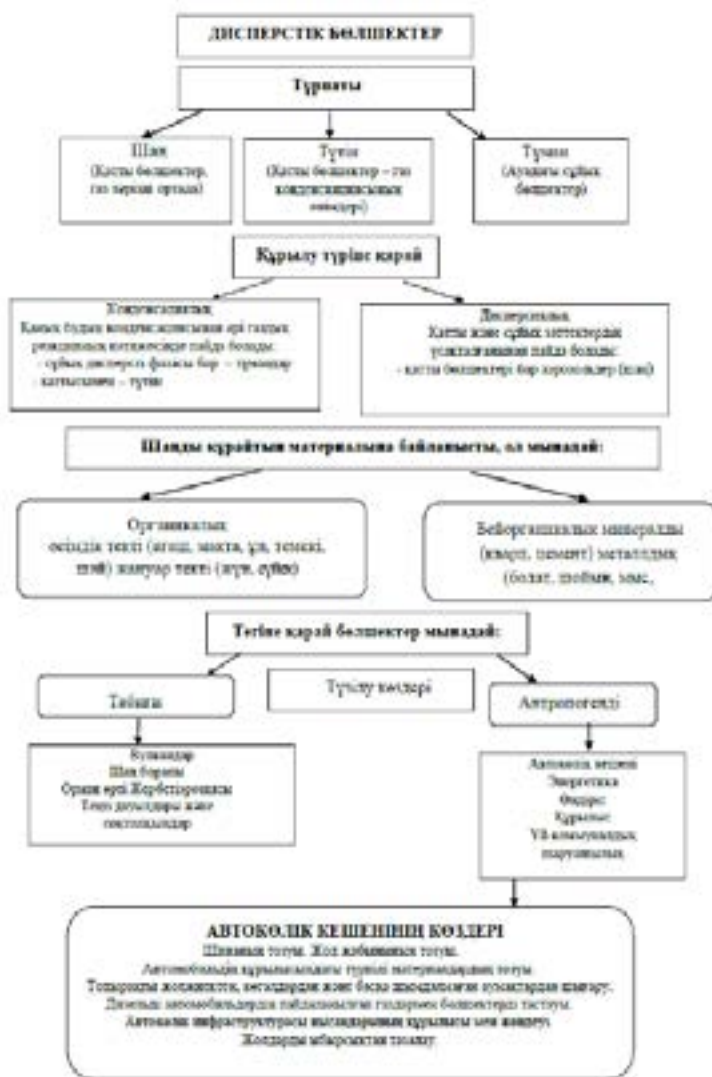
Бөлшектер монодисперсиялық болып бөлінеді, олар бір өлшемдегі бөлшектерден және полидисперсиялық – әртүрлі өлшемдегі бөлшектерден тұрады. Монодисперсиялық аэрозольдер іс жүзінде өте сирек кездеседі. Аэрозольдер гомогенді және гетерогенді болады. Гомогенді аэрозоль химиялық жағынан бірдей бөлшектерден тұрады. Бейгемогенді (гетерогенді) аэрозольдің бөлшектерінің химиялық құрамы әртүрлі болады [7–10].

Бөлшектердің жалпы классификациясы 1 суретте келтірілген.

#### НЕГІЗГІ БӨЛІМ

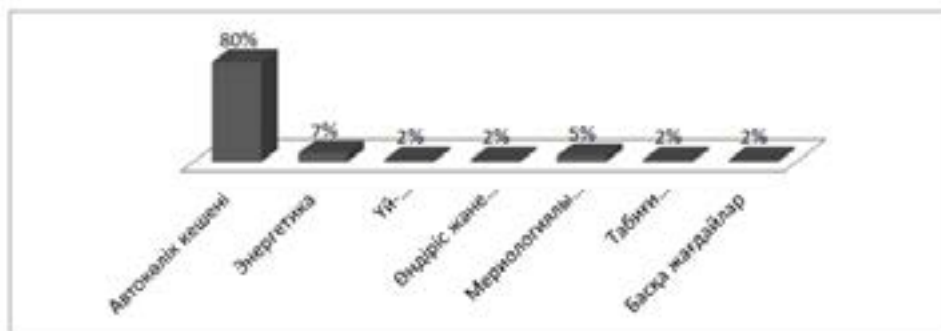
Дисперстік бөлшектер ірі қалада келесі көздерден құралады: автокөлік кешені: автокөлік құралдарының (көбіне дизельді) пайдаланылған газдардың шығарындылары, жол төсемінің тозу өнімі, автомобиль шиналарының тозу өнімі, автомобильдердің тежегіш қалыптарының тозу өнімдері, құрылыс жұмыстарын жүргізу кезінде шаңдану, автомобиль жолдарын жөндеу, қалаға ауылдық жерден кіретін жүк көліктерінің дөңгелектерінен батпақты шығару; жол жанындағы топырақ жамылғысының эрозиясы; энергетика; тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық; өнеркәсіп және құрылыс; метеорологиялық жағдайлар; табиғи көздер; басқа көздер.

Автокөлік құралдарының ауаны ластауға қосатын үлесі 2014 жылға 80 % құрайды (сурет 2) [1, 7].



Сурет 1 – Дисперсті бөлшектердің классификациясы

Қазіргі заманғы көзқарастар бойынша атмосфералық ауадағы бөлшектердің пайда болуына автокөлік кешені көбірек үлес қосады. Автожолдарға жақын жерлерде атмосфералық ауаның ластану деңгейі көлік ағындарынан құрылыспен қорғалған тұрғын аумақтарға қарағанда 1,3-1,5 есе жоғары.



Сурет 2 – Астана қаласындағы атмосферадағы ауада дисперсті бөлшектер түзілуіне әртүрлі көздердің қосқан үлесі

1-кестеде әртүрлі елдер үшін ДБ 10 және ДБ 2,5 үшін атмосфералық ауадағы Шекті жол берілген шоғырлануы (ШЖШ) бекітілген мәндері, сондай-ақ дүние жүзілік денсаулық сақтау ұйымы (ДДҰ) ауа сапасының өлшемдері және осы лаптаушылар үшін Еуропалық Одақ елдерінің нормативтері көрсетілген. 1 кестеден көріп отырғанымыздай, Ресей Федерациясында бекітілген нормативтер ДДҰ ұсынған атмосфералық ауа сапасының критерийлеріне қарағанда айтарлықтай жұмсақ, алайда АҚШ-қа қарағанда анағұрлым қатал [11–14]. Еуропалық Одақта ДБ 2,5 мүлде нормаланбағанына назар аудару керек.

Кесте 1 – ДБ 10 және ДБ 2,5 тің барынша жол берілген шоғырлануы

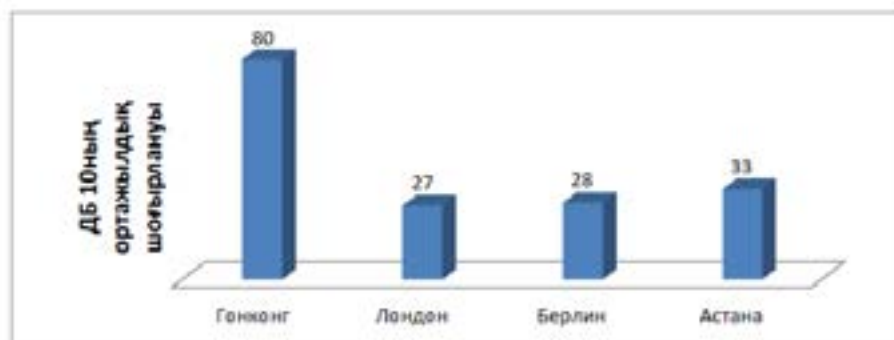
Параметр		ШРШ максималды-бірреттік, мг/м <sup>3</sup>	ШРШ орташатаулықтік, мг/м <sup>3</sup>	ШРШ орташажылдық, мг/м <sup>3</sup>
РФ	ДБ10	0,3	0,060	0,040
	ДБ2,5	0,16	0,035	0,025
ДДҰ	ДБ10	–	0,050	0,020
	ДБ2,5	–	0,025	0,010
ЕО	ДБ10	–	0,050	0,040
	ДБ2,5	–	–	–
АҚШ	ДБ10	–	0,150	–
	ДБ2,5	–	0,035	0,015

Аталған лаптаушылардың адамдардың денсаулығына тұрақты әсер етуіне байланысты ДДҰ-да және еуроодақ (ЕО) елдерінде ДБ 10 және ДБ 2,5 ке арналған атмосфералық ауадағы жол берілген құрамының қысқа мерзімді (20–30 минут) әсер етуінің шарттары үшін нормативтер жоқ. Ресей Федерациясында белгіленген ШРК м/р негізсіз жұмсақ және адамдардың денсаулығына теріс әсер етуге жол береді.



АҚШ-та ШРШ-ға орташа жылдық қойылатын талаптар ДБ 2,5 үшін ең қатты  $15 \text{ мкг/м}^3$  ( $0,015 \text{ мг/м}^3$ ), бірақ аталған көрсеткіш үшін ДДҰ ұсынған критерийден жоғары –  $0,010 \text{ мг/м}^3$ . ШРШ орташа тәуліктік ДБ 2,5 үшін Ресей мен АҚШ-та бір деңгейде. Бұл ретте АҚШ-та ДБ 10 үшін орташа тәуліктік ШРШ Ресей мен ЕО елдеріне қатысты ең жұмсақ,  $150 \text{ мкг/м}^3$  ( $0,15 \text{ мг/м}^3$ ) құрайды [7, 11].

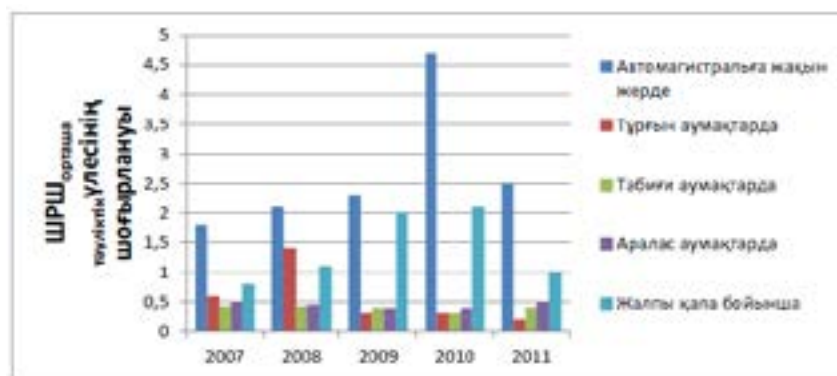
2010 жылдағы Гонконг, Берлин, Лондон, Астананың жол бойындағы аудандарда ДБ10ның мөлшері 3-суретте көрсетілген.



Сурет 3 – ДБ 10ның ірі қалалардағы 2014 жылғы орташа жылдық шоғырлануы [4]

Астанада түтінденуді ескергенде ДБ 10 орташа жылдық шоғырлануы –  $44 \text{ мкг/м}^3$  (1,1 ШРШ орташа жылдық), бұл белгіленген нормативтерден 1,1 есе жоғары. Түтінденуді есепке алмағанда Астанадағы ДБ 10 шоғырлануы –  $33 \text{ мкг/м}^3$ .

2011–2015 жылдар аралығындағы бақылау бекеттерінің мониторинг мәліметтері негізінде қаланың әр түрлі аумақтарында ДБ 10 шоғырлануының өзгеру динамикасын анықтады.



Сурет 4 – 2007–2011 жж. кезеңінде Астана қаласының әр түрлі ауданындағы ШРШ орташа тәуліктік үлесіндегі ДБ10-ның орташа жылдық шоғырлану динамикасы

Қаланың әралуан аумақтарында ДБ 10 орташа жылдық шоғырлануының біркелкі бөлінбеуі ДБ 10 түзулінің әртүрлі көздеріне байланысты (сурет 4). 2011–2015 жылдар кезеңінде ДБ10 ең жоғары шоғырлануы автомагистральға жақын байқалады. Автомагистраль маңында орташа тәуліктік шоғырлану (бұдан әрі-ШРШ орташа тәуліктік) үлесіндегі ДБ10-ның жол берілетін үлесінің шегінің ең жоғары орташа жылдық шоғырлануы 2014 жылы байқалады, яғни 4,68 ШРШ орташа тәуліктік құрайды, бұл 2011–2013, 2015 жылдарға белгіленген нормативтерге қарағанда жоғары. Автомагистраль маңында орташа жылдық шоғырлану 1,5-тен 2,5 ШРШ орташа тәуліктік-ға дейін, тек 2014 ж. Ерекше болып, шоғырлану 4,68 есеге артқан. Бұл ДБ10 құрамына қатысты атмосфералық ауаның сапасына әсер еткен ауа-райы жағдайларының (аномальды жылудың) ерекшеліктерімен байланысты [11].

Тұрғын аумақтарда 2012 және 2014 жылдары ШРШ орташа тәуліктік -ның артуы орын алған. 2011 жылы 0,6 ШРШ орташа тәуліктік , ал 2013, 2015 жылдары 0,5 ШРШ орташа тәуліктік-дан аз.

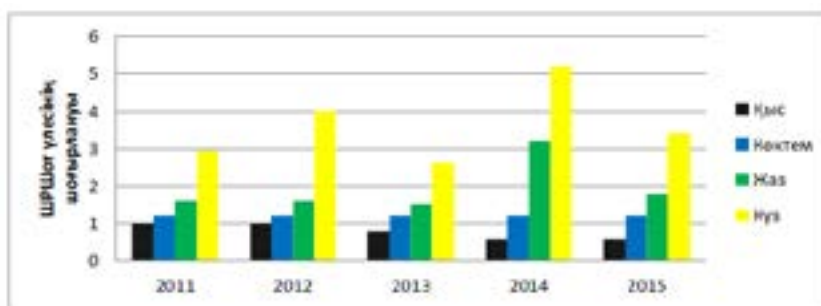
Табиғи аумақтарда ДБ10 шоғырлануы 0,3-тен 0,44 ШРШ орташа тәуліктік шегінде ауытқиды.

Аралас аумақтарда ДБ10-ның ШРШ орташа тәуліктік шоғырлануы 0,4 тен 0,5 ШРШ орташа тәуліктік-ға дейін ауытқиды.

Жалпы қала бойынша 2013, 2014 жылдары ШРШ орташа тәуліктік 2 бірлік айналасында артқан. Басқа жылдар бойынша ол 1 ШРШ орташа тәуліктік-дан аспайды [11].

Графикті талдаудан ең көп шоғырланудың автомагистральға жақын жерде екенін, тұрғын және аралас аумақтарда ДБ10 ластануына аз ұшырайды деген қорытынды жасауға болады. Табиғи аумақтарда ДБ10 шоғырлануы ең төмен болатыны анықталды. Жалпы қала бойынша 2013, 2014 жылдарды қоспағанда ДБ10 шоғырлануы ШРШ орташа тәуліктік шегінде.

Бекеттерінің деректерін статистикалық өңдеу нәтижесінде автомагистральға жақын жерлерде 2011–2014 жж. кезеңдегі ДБ10 орташа шоғырлануының жыл мезгіліне тәуелділігіне талдау жүргізілді. Талдаудың нәтижелері 5 суретте берілген.



Сурет 5 – 2011–2014 жж. кезеңіндегі автомагистраль маңындағы ШРШ орташа тәуліктік үлесіндегі ДБ 10 жыл мезгілдеріндегі орташа шоғырлануының динамикасы

Талдау 2011–2014 жж. қарастырылып отырған кезеңдегі қыз мезгілінде ШРШ орташа тәуліктік белгіленген ШРШ орташа тәуліктік -дан аспайтынын анықтауға мүмкіндік береді.

Көктемде қарастырылып отырған кезеңдегі ДБ10-ның ШРШ орташа тәуліктік орташа шоғырлануы 1,2 ШРШ орташа тәуліктік айналасында ауытқиды.

Жазда ШРШ орташа тәуліктік орта есеппен 1,5-1,6 ШРШ орташа тәуліктік құрайды, оған 3,2 ШРШ орташа тәуліктік болған 2014 жыл кірмейді.

Күзде ДБ10 шоғырлануы 2011 жылы – 2,95 ШРШ орташа тәуліктік, 2012 жылы – 4 ШРШ орташа тәуліктік, 2013 жылы – 2,6 ШРШ орташа тәуліктік, 2014 жылы – 5,2 ШРШ орташа тәуліктік 2015 жылы – 3,4 ШРШ орташа тәуліктік құрады [11].

### ҚОРЫТЫНДЫ

5-суреттегі графиктің талдауы қаланың барлық аумақтары жаз-күз мезгілдерінде ластанып, ДБ10 шоғырлануының ең көп әсеріне түсетінін көрсетеді. 2011–2014 жж. кезеңінің жаз-күз мезгілдеріндегі ДБ10 шоғырлануы 2,6 ШРШ орташа тәуліктік -дан 5 ШРШ орташа тәуліктік-ға дейін ауытқиды. Бұл жағдай жаз-күз кезеңінде жапырақтың шаңына, жинау жұмыстарына, қураған жапырақтарды жаққанда, сонымен бірге қалаға басқа аумақтан келетін автомобилдердегі топырақты шығаруға қатысты болады. Жол төсемінің де тозығы жетеді, нәтижесінде шиналардың жол төсемімен түйісуінен тозу өнімдері пайда болады.

### ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 **Безуглая, Э. Ю.** Взвешенные вещества [Электронный ресурс]. – URL: <http://sir35.ru/Vzveshennye-veshestva.html>

2 **Прыткова Э. В., Зиннатов Р. Р., Насыров И. А.** Анализ загрязнения воздуха в салоне автомобиля взвешенными твёрдыми частицами // Евразийский союз учёных. 2016. – № 6–2 (27). – С. 120–121

3 **Усембаева Л. К., Оспанов А. Ж., Кайролла Б. К.** К вопросу повышения эффективности эксплуатации грузовых автомобилей // Наука и техника Казахстана. – 2018. – № 4. – С. 102–108.

4 **Есхожин Д. З., Нөкешев С. О., Ахметов Е. С., Есхожин К. Д.** Justification of the design and technological parameters of the cranked tedder for mineral fertilizers // Наука и техника Казахстана. – 2017. – № 3–4. – С. 26–35.

5 **Трофименко Ю. В.** Обоснование перспективных направлений прикладных научных исследований в транспортном комплексе // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2018. – № 9. – С. 4–9.

6 **Ордабаев Е. К., Ахметов С. И., Есаулкин В. С.** О расширении возможностей метода рециркуляции отработавших газов в поршневом двигателе внутреннего сгорания // Наука и техника Казахстана. – 2019. – № 1. – С. 22–26.

7 **Азаров В. К., Кутенев В. Ф., Степнов В. В.** О выбросе твёрдых частиц автомобильным транспортом // Журнал автомобильных инженеров. – 2012. – № 6 (77). – С. 55–58.

8 **Андреева Е. В.** Изучение, анализ и разработка мероприятий по снижению загрязнения воздуха в салонах автотранспортной техники. Инженерно-техническое обеспечение АПК. Реферативный журнал. – 2006. – № 1. – С. 307.

9 **Сушков С. И., Иванников В. А.** Оценка техногенного воздействия транспортно-грузовых потоков на придорожную экосистему // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ-2013). Сборник статей V Международной научно-технической конференции. – 2013. – С. 220–225

10 **Высоцкий С. П.** Влияние автомобильного транспорта на состояние окружающей среды // Научно-технические аспекты развития автотранспортного комплекса. Материалы V международной научно-практической конференции. Горловка, – 2019. – С. 148–155.

11 Воздействие на организм человека опасных и вредных экологических факторов. Метрологические аспекты: в 2-х томах; под ред. Исаева Л.К. Том 1. – М., ПАИМС, 1997. – 512 с.

12 **Морозова Л. А., Козулева А. В., Метрофанова Н. А.** Проблемы загрязнения атмосферного воздуха городов выхлопными газами автотранспорта // Экология городской среды: история, современность и перспективы. Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Астрахань, – 2018. – С. 91–94.

13 **Захаров Е. А., Шумский С. Н., Левин Ю. В.** Экологическая безопасность автомобильного транспорта. Учебное пособие. – Волгоград, – 2018. – 128 с.

14 **Kossanova I. M., Akhmediyanov A. U., Kirgizbayeva K. Zh., Dzhaksymbetova M. A.** Water treatment from heavy metals by means of magnetic device // Наука и техника Казахстана. – 2018. – № 4. – С. 61–69.

Материал баспаға 16.09.19.түсті.

***Кокаев Умиржан Шералиевич***

к.т.н., доцент, кафедра «Транспорта, транспортной техники и технологии», Транспортно-энергетический факультет, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана, 010000, Республика Казахстан, e-mail: kokayev\_ush@enu.kz.

***Бектаев Бекжан Байрбекулы***

магистр, преподаватель, кафедра «Транспорта, транспортной техники и технологии», Транспортно-энергетический факультет, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, г. Астана, 010000, Республика Казахстан, e-mail: kokayev\_ush@enu.kz

***Абишев Кайратолла Кайроллинович***

к.т.н., профессор, кафедра «Транспортная техника и логистика»,  
Павлодарский государственный университет имени С.Торайгырова,  
г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан,  
e-mail: a.kairatolla@mail.ru

***Болысбекова Салтанат Темірбекқызы***

магистр, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева,  
г. Астана, 010000, Республика Казахстан  
Материал поступил в редакцию 16.09.19.

**Анализ загрязнения воздуха дисперсными частицами автомобиля**

*В данной статье выполнен анализ формирования источников загрязнения воздуха в городах, которыми являются: автотранспортный комплекс: выбросы выхлопных газов автотранспортных средств (преимущественно дизельных), продукция износа дорожного полотна, продукция изношенности автомобильных шин, продукция изношенности тормозных колодок автомобилей, запылённость при производстве строительных работ, ремонт автомобильных дорог, удаление болота с колёс грузового транспорта, входящего в город из сельской местности; эрозия придорожного почвенного покрова; энергетика; жилищно-коммунальное хозяйство; промышленность и строительство; метеорологические условия; природные источники; другие источники.*

*Таким образом установлено, что наибольшая концентрация находится вблизи автомагистрали, жилые и смежные территории подвергаются минимальному загрязнению.*

*Ключевые слова: воздух, дисперсия, частицы, выхлопные газы, транспорт, ПДК.*

***Kokayev Umirzhan Sheraliyevich***

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Department of Transport, Transport Equipment and Technologies,  
Faculty of Transport and Energy,  
L. N. Gumilyov Eurasian National University,  
Astana, 010000, Republic of Kazakhstan,  
e-mail: kokayev\_ush@enu.kz.

***Bektayev Bekzhan Bayrbekuly***

master, teacher, Department of Transport,  
Transport Equipment and Technologies,  
Faculty of transport and energy,  
L. N. Gumilyov Eurasian National University,  
Astana, 010000, Republic of Kazakhstan.

***Abishev Kairatolla Kairollinovich***

Candidate of Technical Sciences, Professor,  
Department of Transport Equipment and Logistics,  
S. Toraihyrov Pavlodar State University,  
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan,  
e-mail: a.kairatolla@mail.ru.

***Bolysbekova Saltanat Temirbekkyzy***

master, L. N. Gumilyov Eurasian National University,

Astana, 010000, Republic of Kazakhstan.

Material received on 16.09.19.

### **Analysis of air pollution by vehicle disperse particles**

*This article analyzes the formation of sources of air pollution in cities, which are: the motor transport complex: exhaust emissions of motor vehicles (mainly diesel), products of road wear, worn-out products of automobile tires, worn-out products of automobile brake pads, dustiness during construction works, road repair, removal of the swamp from the wheels of freight transport entering the city from the countryside; roadside soil erosion; power engineering; Housing and utilities; industry and construction; weather conditions; natural sources; other sources.*

*Thus, it was found that the highest concentration is near the highway, residential and adjacent territories are subject to minimal pollution.*

*Keywords: dispersion, particles, exhaust, transport, allowable exposure limit.*

ГРНТИ 67.11.31

**Жолдыбаев Шахман Серикбаевич**

к.т.н., доцент, кафедра «Технологические машины и строительства»,  
Жезказганский университет имени О.А. Байконурова,  
г. Жезказган, 600100, Республика Казахстан,  
e-mail: schachman@mail.ru

**Омаров Жумабек Мухтарович**

к.т.н., ассоц. профессор (доцент), кафедра «Архитектура и дизайн»,  
Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова,  
г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан,  
e-mail: zhumabek-omarov@mail.ru

**Жандалинова Кульжамал Айтпаевна**

к.т.н., ассоц. профессор (доцент), кафедра «Архитектура и дизайн»,  
Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова,  
г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан,  
e-mail: parasat1@mail.ru

**Оразова Динара Казбековна**

PhD, ассоц. профессор (доцент), кафедра «Промышленное,  
гражданское и транспортное строительство»,  
Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова,  
г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан,  
e-mail: d-orazova@bk.ru

**НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ФРАГМЕНТОВ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЙ**

*Трехслойные плиты перекрытий над техподпольем и чердачных перекрытий со средним слоем из пенополистирола до последнего времени разрабатывались с промежуточными сквозными ребрами из тяжелого бетона, являющимися, как правило, мостиками холода, а также усложняющими и утяжеляющими их конструкцию. Для повышения эффективности строительства жилых домов вместо указанных трехслойных конструкций и сплошных железобетонных плит перекрытий были предложены конструкции плоских трехслойных плит перекрытий со средним слоем из пенополистирола без внутренних ребер. Проведены экспериментальные исследования образцов-фрагментов железобетонных трехслойных плит перекрытий со средним слоем из пенополистирола не имеющих внутренних ребер, в отличие от других конструкций, что является «мостиком» холода. Все размеры: толщины слоев и концевых ребер, пролет фрагмента, армирование соответствует плитам перекрытия. Приводятся экспериментальные данные на прочность и рекомендации к расчету.*

*Ключевые слова: образцы-фрагменты, плиты перекрытия, пенополистирол, верхний и нижний бетонный слой, сетка, теплоизолирующий слой, армирование, теплотехнический расчет, каркас, расчетная температура, мостик холода, трехслойная плита.*

**ВВЕДЕНИЕ**

Для повышения эффективности строительства жилых домов вместо указанных трехслойных конструкций и сплошных железобетонных плит перекрытий были предложены конструкции плоских трехслойных плит перекрытий со средним слоем из пенополистирола без внутренних ребер [1–3].

Трехслойные плиты перекрытий над техподпольем и чердачных перекрытий со средним слоем из пенополистирола до последнего времени разрабатывались с промежуточными сквозными ребрами из тяжелого бетона, являющимися, как правило, мостиками холода, а также усложняющими и утяжеляющими их конструкцию [4–8].

В целях унификации технологического процесса комплексные плиты были запроектированы с габаритными размерами, полностью повторяющими габариты междуэтажных перекрытий. Общая толщина плит перекрытий при этом составляет 160 мм [9–13].

Толщина среднего теплоизолирующего слоя трехслойных плит определена теплотехническим расчетом согласно СНиП II-3-79хх. Расчетные температуры воздуха в соответствии с проективной практикой приняты: в жилых помещениях  $t_{в}^o = 20^oC$ , в подвале  $t_{п}^o = 5^oC$ , в теплом чердаке  $t_{ч}^o = 12^oC$ . Согласно расчету необходимая толщина среднего слоя для плит перекрытий над техподпольем равна  $h_m = 23,5$  мм, принята с запасом  $h_m = 30$  мм. Толщина верхнего бетонного слоя принята 60 мм, с учетом этого толщина нижнего бетонного слоя принята 70 мм.

Трехслойные плиты, опертыми по контуру, ввиду неоднородности их сечений от пролета до краевых ребер и работы в двух направлениях невозможно было в одинаковой степени изучить характер трещинообразования и разрушения сечений, находящихся в условиях резко различного напряженного состояния, особенно в местах примыкания ребер. Поэтому на первом этапе исследования с целью выявления особенностей и характер трещинообразования и разрушения приопорных участков плит испытывались балочные образцы-фрагменты. Для плит перекрытий, опертых по контуру, они представляли собой как бы вырезанные из средней части реальной плиты полоски, полностью имитирующие общую толщину, толщины слоев, ширину краевых ребер, длину пролета, соответствующую короткому пролету плит, опертых по контуру. Армирование фрагментов было близким к реальным плитам.

Толщина контурных ребер определялась на основании расчетов:

а) на сдвигающие усилия по формуле

$$T \leq \bar{T},$$

где  $T$  – действующее сдвигающее усилие в ребре

$$T = K_m \times \tau / 2 \times e \times l / 2, \tag{1}$$

$\bar{T}$  – предельное усилие сопротивления сдвигу

$$\bar{T} = 2 \times R_{ct} \times e_w \times e, \tag{2}$$

$\tau$  – скалывающие напряжения у опоры, определяемые из выражения:



$$\tau = \frac{3}{2} \cdot \frac{Q}{a(h_f + h'_f)}, \quad (3)$$

- $h_f, h'_f$  – толщины нижнего и верхнего слоёв;
- $K_m$  – эмпирический коэффициент, равный 0,5, учитывающий сопротивление сдвигу по контактам слоёв;
- $v_w$  – толщина опорного ребра;

Согласно результатам этих расчётов, прочностные и теплотехнические характеристики обеспечиваются при толщине контурного ребра для плит перекрытия  $v_w = 100-150$  мм. Для плит перекрытий приняты  $v_w = 150$  мм.

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Образцы-фрагменты изготавливались в экспериментальном цехе ЗЖБИ в металлической опалубке. Заготовленные арматурные сетки устанавливались в предварительно смазанную масляной эмульсией форму. Для фиксации арматурных сеток в проектном положении применялись стандартные пластмассовые и проволочные фиксаторы. Для контроля толщины нижнего бетонного слоя на бортах опалубки наносились линии краской и контролировались шупом. Бетонная смесь укладывалась в форму до отметки с последующим уплотнением вибрацией без заглаживания, затем на нижний бетонный слой укладывались плиты пенополистирола марки ПСБ и устанавливалась верхняя распределительная сетка, после чего производилась укладка бетона верхнего слоя с уплотнением и заглаживанием.

После выдержки образцов в форме, в условиях естественного твердения при положительной температуре воздуха в помещении формовочного цеха в течение 6–7 дней производилось их распалубливание, далее они хранились в тех же условиях до испытаний. Одновременно с бетонированием образцов производилось бетонирование стандартных призм размерами 100x100x400 мм и кубов размерами 100x100x100 мм. Кубы и призмы выдерживались в тех же условиях, что и образцы. Для выявления физико-математических свойств рабочей арматуры по каждому классу были заготовлены по три стержня длиной 400 мм. Характеристики балочных образцов фрагментов трехслойных плит перекрытий приведены в таблице 1.

Опирающие фрагменты производилось по двум сторонам, по балочной схеме. Нагрузка создавалась тарированными штучными грузами массой по 20 кг, равномерно распределенными по поверхности плит. Нагружение фрагментов производилось ступенями по 0,05–0,07 от теоретической разрушающей нагрузки. В процессе испытаний измерялись прогибы верхнего и нижнего слоя фрагментов прогибомерами с ценой деления 0,01 мм, осадка опор при помощи индикаторов часового типа с ценой деления 0,01 мм. Ширина раскрытия трещин на различных этапах нагружения измерялась при помощи переносного микроскопа и трафаретом с ценой деления 0,05 мм. Для измерения деформаций бетона в наиболее напряженных точках применялись датчики сопротивления типа ПКБ с базой 50 мм.

Общие виды испытаний фрагментов и расположение приборов и трещин показаны на рисунке 1 и физико-механические характеристики арматурной стали, бетона и пенополистирола в таблицах 2, 3 и 4.

Таблица 1 – Характеристики балочных образцов фрагментов трехслойных плит перекрытий

Обозначение фрагментов	Количество	Размеры, см							Армирование			
		L	B	h	$h_f$	$h'_f$	$h_m$	$B_w$	нижнего слоя	верхнего слоя	опорного узла	торцевых ребер
ФП1	1	360	30	16	7	6	3	15	2Ø8	2Ø5	2Ø6	2Ø5
ФП2,3	2								2Ø6	2Ø5		
ФП4	1								2Ø5			
ФП5	1								-	-	-	-
ФП6	1	Без среднего слоя							2Ø8	1Ø5	2Ø6	2Ø5
ФП7	1	250	30	16	8	5	3	15	3Ø6	3Ø4	-	3Ø4
ФП8	1		7	6								

Примечания: Бетон нижнего и верхнего слоев тяжелый класса В15. Средний слой - из пенополистирола класса ПСБ  $\rho=40$  кг/м<sup>3</sup>. Класс арматуры: нижнего слоя и опорного узла А-III, верхнего слоя и ребер Вр-1. Фрагменты ФП7 и 8 испытывались на действие длительной нагрузки.



Рисунок 1 – Общий вид балочного образца-фрагмента ФП1 во время испытаний

Таблица 2 – Физико-механические характеристики бетона

Обозначение фрагментов	Кубиковая прочность	Призменная прочность	Прочность при растяжении	Начальный модуль упругости $\times 10^{-3}$
	МПа			
ФП1	20,05	15,04	1,52	21,5
ФП2	14,35	10,76	1,00	19,0
ФП3	14,35	10,76	1,00	19,0
ФП4	13,87	10,40	1,77	19,0
ФП5	20,86	15,64	1,84	21,4
ФП6	11,88	8,92	1,00	18,0
ФП7	10,93	8,20	1,50	24,5
ФП8				

Таблица 3 – Физико-механические характеристики арматурной стали

Диаметр и класс	Предел текучести	Предел прочности	Модули упругости	Относительное удлинение, %
	МПа			
Ø 4(3,8) Вр-1	-	743	1,8	3,1
Ø 5(4,8) Вр-1	408	651	1,7	3,7
Ø 6(6,1) А-III	552	795	2,0	21,2
Ø 8(8,1) А-III	480	727	2,0	23,3

Примечание: В скобках - фактические диаметры образцов.

Таблица 4 – Физико-механические свойства пенополистирола

Марка пенополистирола	Плотность кг/м³	Предел прочности	Модуль деформации	Сжимаемость
		МПа		
ПСБ-30	28,0	0,22	4,4	0,08

Исчерпание несущей способности образцов-фрагментов происходило в пролете при значительном нарастании прогибов и умеренном раскрытии пролетных и приопорных трещин.

Теоретическая значения несущей способности фрагментов плит перекрытий при изгибе определялись по формулам п. 3.15 СНиП [14]

$$q_{ит}^{th} = 8 \cdot \overline{M} / \epsilon \cdot \ell_0^2, \tag{4}$$

где:  $\overline{M}$  – момент внутренних сил, определяемый по формуле (28) СНиП [14] при этом рабочая высота элемента определялась с учетом среднего слоя.

Как видно из таблицы 5 опытные значения способности в среднем на 7 % превысили теоретические с разбросом  $+2 \pm 19\%$ , в целом получено достаточно удовлетворительная сходимости опытных и теоретических значений.

Из общей теории железобетона известно, что работа приопорных участков изгибаемых элементов в основном определяется совместным действием поперечной силы и изгибающего момента. Поскольку у фрагментов отсутствовало совместным действием арматура (хомуты), в основу расчёта прочности по наклонным сечениям было предположение, что поперечная сила воспринимается лишь бетоном в наклонной трещине. Для исследуемых фрагментов опытные значения поперечной силы равны

$$Q_{ul}^{exp} = q_{ul}^{exp} \cdot e \cdot l_0 / 2, \quad (5)$$

где  $q_{ul}^{exp}$  – максимальная опытная нагрузка (таблица 6).

Таблица 5 – Несущая способность фрагментов плит перекрытий по пролету

Нагрузки (кПа) и их соотношения	Обозначения фрагментов			
	ФП1	ФП2	ФП4	ФП5
Несущая способность				
Опытная $q_{ul}^{exp}$	13,63	10,3	14,0	13,63
Теоретическая $q_{ul}^{th}$	13,41	8,66	13,16	13,24
$q_{ul}^{exp} / q_{ul}^{th}$	1,02	1,19	1,06	1,03

Предельные величины внутренних поперечных усилий определялись по формуле

$$Q_{ul}^{th} = \varphi_{сг} \cdot (1 + \varphi_n) R_{сг} \cdot e \cdot h_{он}^2 / 2, \quad (6)$$

где  $h_{он}$  – рабочая высота нижнего бетонного слоя, равна

$$h_{он} = h^f - a$$

$a$  – длина проекции наклонной трещины на продольную ось элемента, принятая по результатам опытов в пределах

$$h_{ov} \leq C \leq B_W$$

$B_W$  – ширина опорного ребра;

Остальные обозначения - по СНиП [14].

Принимая значение  $C = 1,1 h_{он}$ , подставляя в формулу (6) и решая совместно с формулой (5), находим значение эмпирического коэффициента  $\varphi_n$ , учитывающего влияние продольных сил, которое по абсолютной величине близко к рекомендуемому СНиП [14] предельному, равному (-0,8).

Как видно из таблицы 6, при полученных значениях параметров «с» и « $\varphi_n$ » получено удовлетворительная сходимость опытных и теоретических значений несущей способности по наклонным сечениям, в среднем 1,0 с разбросом  $-14 \pm 20\%$ .

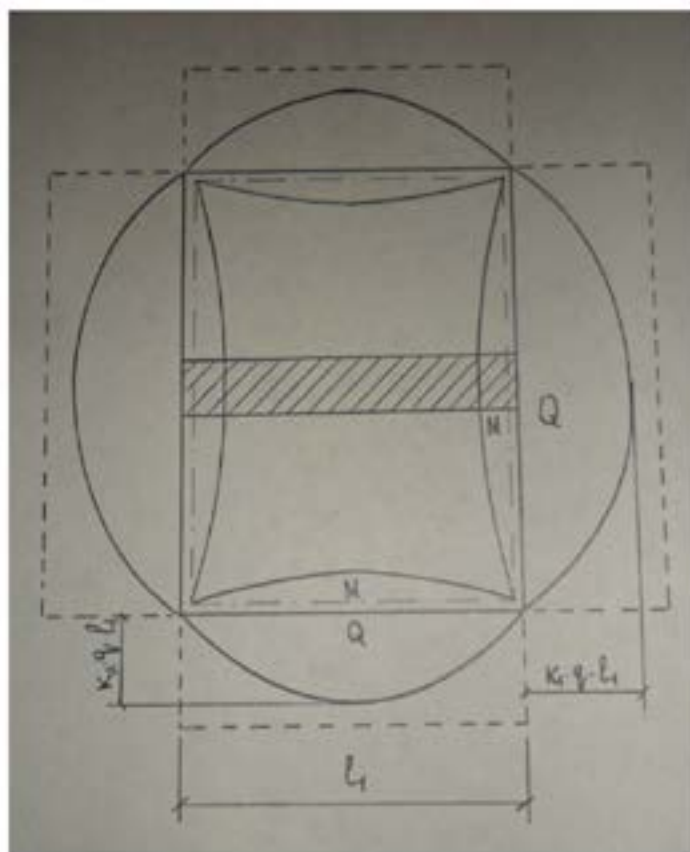
Таблица 6 – Несущая способность фрагментов плит перекрытий по наклонным сечениям

Обозначение фрагментов	Опытные величины		Теоретические величины		$q_{ul}^{exp} / q_{ul}^{th}$
	$q_{ul}^{exp}$ , кПа	$Q_{ul}^{exp}$ , кН	$q_{ul}^{th}$ , кПа	$Q_{ul}^{th}$ , кН	
ФП1	13,63	6,75	13,15	6,47	1,04
ФП2	10,3	5,1	8,64	4,25	1,20
ФП4	14,0	6,93	15,30	7,55	0,92
ФП5	13,63	6,75	15,91	7,93	0,86

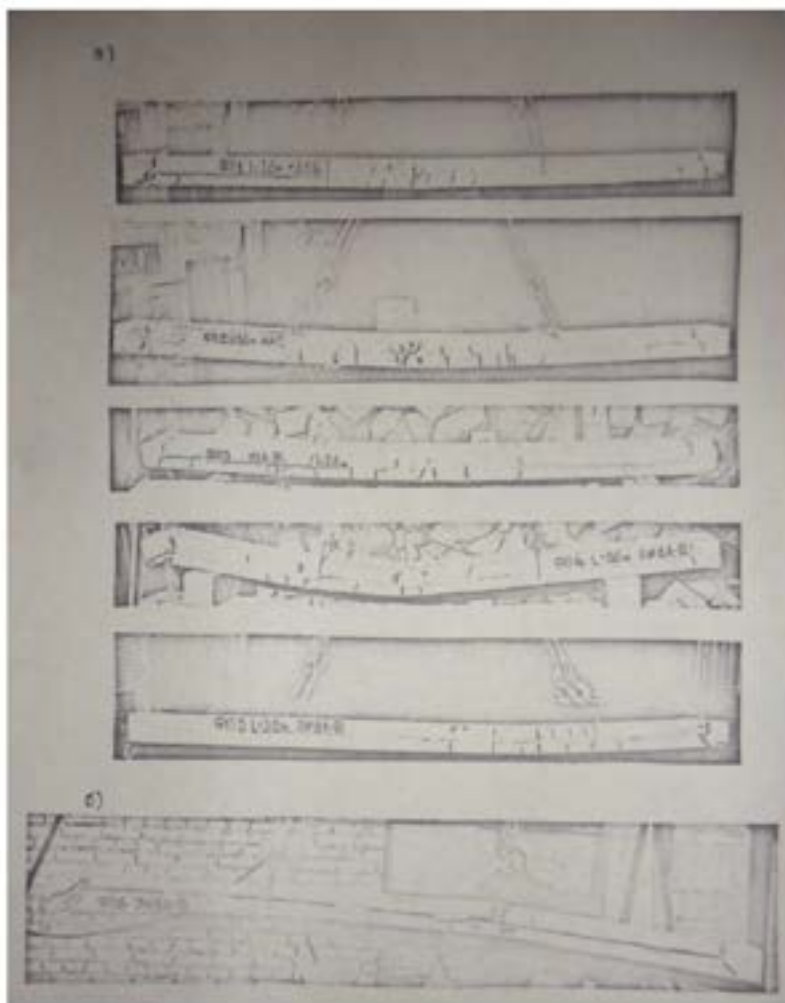
В применениях в жилых зданиях плитах, опертых по контуру, поперечные силы и моменты у опор согласно /90/, исходя из расчетных нагрузок, существенно ниже, чем для балочных плит (рисунок 2), так, для плит, перекрывающих максимальную ячейку 3,6x5,7 м, максимальные значения поперечных сил у середины длинных краев на 13 % меньше, чем у балочных фрагментов плит перекрытий. Следовательно, результаты опытов на фрагментах показывают, что спертые по контуру трехслойные плиты перекрытий будут иметь достаточную несущую способность от внешних сил.

Из рисунка 2 видно также, что распределение поперечных сил и изгибающих моментов вдоль опорного контура существенно неравномерно и подчиняется параболическому закону с максимальными ординатами в серединах краев, а далее к углам довольно резко убывает, что создает благоприятную ситуацию при конструировании опертых по контуру трехслойных плит.

На рисунке 3 показано виды разрушений фрагментов трехслойных плит перекрытий



— — — поперечные силы в балочных фрагментах плит пролетом  $l_1 = l$ .  
Рисунок 2 – Расположение поперечных сил у краев и моментов у опор плит, опертых по контуру



а) с заполнением среднего слоя пенополистиролом;

б) без заполнения среднего слоя

Рисунок 3 – Виды разрушений фрагментов  
трёхслойных плит перекрытий

### ВЫВОДЫ

1 Экспериментальные исследования по проверке прочности балочных фрагментов трёхслойных плит перекрытий показали, что они обладают достаточным запасом прочности.

2 Расчет фрагментов трёхслойных плит перекрытий производился по прочности пролетных сечений по п.3.15 СНиП [14] с учетом среднего слоя на полную рабочую высоту сечения.

3 В применяемых в жилых зданиях плитах перекрытий, опертых по контуру, поперечные силы, исходя из расчетных нагрузок, существенно ниже, чем для балочных плит. Следовательно, результаты опытов на фрагментах показывают,

что опертые по контуру трехслойные плиты перекрытий жилых зданий будут иметь достаточный запас прочности от внешних сил.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Жолдыбаев Ш. С., Омаров Ж. М., Жандалинова К. А., Оразова Д. К.** Трещиностойкость железобетонных балочных фрагментов трехслойных плит перекрытий // Наука и техника Казахстана. – 2019. – № 3. – С.

2 ГОСТ 8829-85. Конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные. Методы испытаний нагружением и оценка прочности, жёсткости и трещиностойкости. – М. : Издательство стандартов, 1985.

3 **Жемочкин Б. Н., Сеницын А. П.** Практические методы расчета балок и плит на упругом основании. – М. : Госстройиздат, 1962.

4 Пособие по проектированию конструкций жилых зданий. – М. : Стройиздат, 1989.

5 **Залесов А. С., Кодыш Э. Н., Лемыш Е. Е., Никитин И. К.** Расчет железобетонных конструкций по прочности, трещиностойкости и деформациям. – М. : Стройиздат, 1988. – 320 с.

6 **Жолдыбаев Ш. С., Омаров Ж. М., Жандалинова К. А., Оразова Д. К.** Железобетонные трехслойные плиты покрытия для тёплых чердаков // Наука и техника Казахстана. – 2019. – № 2. – С.

7 **Байков В. Н., Сигалов Э. Е.** Железобетонные конструкции. Общий курс. – М. : Стройиздат, 1991. – 767 с.

8 **Попов Н. Н., Забегаев А. В.** Проектирование и расчет железобетонных и каменных конструкций. – М. : Высшая школа, 1989. – 400 с.

9 СНиП 2.03.01 – 84\*. Нормы проектирования. Бетонные и железобетонные конструкции. – М., 1985. – 97 с.

10 **Байков В. Н., Стронгин С. Г.** Строительные конструкции – М. : Стройиздат, 1980.

11 **Барашиков А. Я.** и др. Железобетонные конструкции. – Киев, 1984.

12 **Мандриков А. П.** Примеры расчёта железобетонных конструкций. – М. : Стройиздат, 1989. – 512 с

13 СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия. – М. : 1986. – 34 с.

14 СНиП 2.03.01-84. Бетонные и железобетонные конструкции. – М. : Стройиздат, 1985.

Материал поступил в редакцию 16.09.19.

***Омаров Жумабек Мухтарович***

т.ғ.к., доцент, қауымд. профессор (доцент),

«Сәулет және дизайн» кафедрасы,

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,

Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы,

e-mail: zhumabek-omarov@mail.ru.



***Жолдыбаев Шахман Серикбаевич***

т.ғ.к., доцент, «Технологиялық машиналар және құрылыс» кафедрасы,  
Ө. А. Байқоңыров атындағы Жезқазған университеті,  
Жезқазған қ., 600100 Қазақстан Республикасы,  
e-mail: schachman@mail.ru.

***Жандалинова Кульжамал Айтбаевна***

т.ғ.к., доцент, қауымд. профессор (доцент) «Сәулет және дизайн» кафедрасы,  
С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,  
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы,  
e-mail: parasat1@mail.ru.

***Оразова Динара Казбековна***

PhD, қауымд. профессор (доцент), «Өнеркәсіптік және көлік құрылысы»  
кафедрасы, С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,  
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы,  
e-mail: d-orazova@bk.ru.  
Материал баспаға 16.09.19.түсті.

**Жабын плиталары фрагменттерінің көтергіш қабілеті**

*Соңғы уақытқа дейін пенополистиролдың орта қабаты бар үш қабатты жабын плиталары ауыр бетоннан жасалған аралық тесіп өтетін қабырғалармен әзірленген, сондай-ақ олардың құрылымын күрделендіретін және ауырлататын суық көпір болып табылады. Тұрғын үй құрылысының тиімділігін арттыру үшін аталған үш қабатты конструкциялардың және аражабындардың тұтас темірбетон плиталарының орнына ішкі қабырғалары жоқ пенополистиролдан орташа қабатты жабындардың жалпақ үш қабатты плиталарының конструкциялары ұсынылды. Ішкі қабырғалары жоқ пенополистиролдан жасалған орташа қабаты бар аражабынның темірбетон үш қабатты плиталарының үлгі-фрагменттеріне эксперименталдық зерттеу жүргізілді, басқа конструкцияларға қарағанда бұл суықтың «көпірі» болып табылады. Барлық өлшемдері: қабаттар мен шеткі қабырғалардың қалыңдығы, фрагменттің аралығы, арматуралау жабу тақталарына сәйкес келеді. Беріктікке эксперименттік деректер және есептеуге ұсыныстар келтіріледі.*

*Кілтті сөздер: үлгілер-фрагменттер, жабын плиталары, көбік полистирол, жоғарғы және төменгі бетон қабаты, тор, жылу оқшаулағыш қабат, арматуралау, жылу техникалық есептеу, қаңқасы, есептік температура, суықтың көпірі, үш қабатты плита.*

***Zholdybaev Shakhman Serikbaevich***

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Department of «Technological Machines and Construction»,  
O. A. Baykonurov Zhezkazgan University,  
Zhezkazgan, 600100, Republic of Kazakhstan,  
e-mail: schachman@mail.ru

***Omarov Zhumabek Mukhtarovich***

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,

Department of Architecture and Design,  
S. Toraighyrov Pavlodar State University,  
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan,  
e-mail: zhumabek-omarov@mail.ru

**Zhanalinova Kulzhamal Aytpayevna**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Department of Architecture and Design,  
S. Toraighyrov Pavlodar State University,  
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan,  
e-mail: parasat1@mail.ru

**Orazova Dinara Kazbekovna**

PhD, Associate Professor,  
Department of Industrial, Civil and Transport Construction,  
S. Toraighyrov Pavlodar State University,  
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan,  
e-mail: d-orazova@bk.ru

Material received on 16.09.19.

### **Bearing ability of floor slabs fragments**

*Until recent time three-layer floor slabs above the crawl space and garret floors with a middle layer of expanded polystyrene have been developed with intermediate through ribs of heavy concrete, which are usually considered as bridges of cold, as well as complicating and weighing them. To improve the efficiency of residential buildings, construction instead of the above three-layer structures and solid reinforced concrete, the designs of flat three-layer floor slabs with a middle layer of expanded polystyrene without internal edges were proposed. Experimental studies of sample fragments of reinforced concrete of three-layer floor slabs with a middle layer of expanded polystyrene without internal edges, unlike other designs, which is a bridge of cold, have been carried out. All sizes: the thickness of the layers and end ribs, the span of the fragment, the reinforcement corresponds to the floor slabs. Experimental strength data and recommendations for calculation are given.*

*Keywords: sample fragments, floor slabs, polystyrene foam, upper and lower concrete layer, mesh, heat insulating layer, reinforcement, heat engineering calculation, frame, design temperature, cold bridge, sandwich plate.*

ГРНТИ 67.11.35

**Канаев Амангельды Токешевич**

д.т.н., профессор, кафедра «Стандартизация, метрология и сертификация»,  
Технический факультет, Казахский агротехнический университет  
имени С. Сейфуллина, г. Астана, 010000, Республика Казахстан,  
e-mail: aman-kanaev2012@yandex.ru

**Мазур Игорь Петрович**

д.т.н., профессор, кафедра «Обработки металлов давлением»,  
Металлургический институт, Липецкий государственный технический университет,  
г. Липецк, 398600, Российская Федерация

**Ахмедьянов Абдулла Угубаевич**

к.т.н., доцент, кафедра «Стандартизация и сертификация»,  
Транспортно-энергетический факультет,  
Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева,  
г. Астана, 010000, Республика Казахстан,  
e-mail: abdulla261@yandex.ru

**Джаксымбетова Макпал Адликановна**

магистр, докторант, кафедра «Стандартизация, метрология и сертификация»,  
Технический факультет, Казахский агротехнический университет  
имени С. Сейфуллина, г. Астана, 010000, Республика Казахстан,  
e-mail: dzhaksymbetov@list.ru

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МНОЖЕСТВЕННОГО РЕГРЕССИОННОГО  
АНАЛИЗА ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ МЕХАНИЧЕСКИХ  
СВОЙСТВ УПРОЧНЕННЫХ АРМАТУРНЫХ ПРОФИЛЕЙ**

*Для количественной оценки комплекса факторов, влияющих на механические свойства деформационно-термически упрочненных арматурных профилей использован метод множественного регрессионного анализа, который позволяет выделить наиболее значимые величины, характеризующие предел текучести, временное сопротивление и относительное удлинение, оценить степень влияния на эти свойства колебаний отдельных элементов в пределах ГОСТ и технологических параметров упрочнения, который позволяет выделить наиболее значимые величины, характеризующие предел текучести, временное сопротивление и относительное удлинение, оценить степень влияния на эти свойства колебаний отдельных элементов в пределах ГОСТ и технологических параметров упрочнения.*

*Разработана математическая модель формирования прочностных и пластических характеристик деформационно-термически упрочненных арматурных профилей, позволяющая прогнозировать их конечные механические свойства. Анализ полученных уравнений регрессий показывает, что установленный характер зависимостей, определяемый знаком коэффициентов, отвечает физическому смыслу того или иного технологического фактора на механические свойства деформационно-термически упрочненных сталей.*

*Ключевые слова: математическая модель, прикладная статистика, арматурные профили, упрочнение, механические свойства, структура, расход воды, скорость прокатки, самоотпуск.*

## ВВЕДЕНИЕ

Основными параметрами, от которых зависит эффективность термического упрочнения стали являются: температура начала и конца деформации, суммарная степень и дробность деформации, интервал времени с момента окончания деформации до начала интенсивного охлаждения, продолжительность ускоренного охлаждения, химический состав и конечная структура обрабатываемого материала [1–4].

При исследовании влияния химического состава и структуры на механические свойства горячекатаных и деформационно-термически упрочненных арматурных профилей диаметром 14 мм за основу была принята низкоуглеродистая сталь с содержанием углерода в диапазоне 0,15–0,21 %. (таблица 1) Такой уровень содержания углерода позволяет получить достаточно широкий интервал температур самоотпуска без существенного разупрочнения стали, что имеет важное значение для обеспечения стабильности технологического процесса деформационно-термического в условиях колебания температур самоотпуска по длине 70–75 м прутка.

Не менее важное влияние содержание углерода оказывает на возможность получения при деформационно-термической обработке структуры высокопрочного, но достаточно пластичного самоотпущенного мартенсита с исключением опасности трещинообразования и соответственно с повышенным сопротивлением хрупкому разрушению. Содержание других постоянных примесей (Mn, Si, S, P) в исследованных сталях изменялось в довольно широких пределах, %: 0,54–2,05 Mn; 0,3–1,49 Si; 0,014–0,095 S; 0,08–0,23 P.

Как известно, в связи с относительной доступностью и дешевизной наиболее широкое применение в качестве легирующих элементов получили марганец и кремний.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Для установления зависимости между химическим составом и структурой, с одной стороны, и механическими свойствами, с другой, использовали метод множественного регрессионного анализ, который позволяет выделить наиболее значимые величины, характеризующие предел текучести, временное сопротивление и относительное удлинение, оценить степень влияния на эти свойства отдельных элементов и технологических параметров. Заметим также, что множественный регрессионный анализ успешно применяется для изучения связей между одной зависимой и несколькими независимыми переменными [5–7].

Общая вычислительная задача, которую решают при анализе методом множественной регрессии состоит в замене прямой линии (или плоскости в  $m$ -мерном пространстве, где  $m$  – число независимых переменных) некоторым набором точек. Обозначим через  $Y$  – вектор наблюдений, состоящий из  $n$  элементов, через  $X$  – матрицу независимых переменных ( $m \times n$ ), где  $n$  – число наблюдений.

В этих обозначениях задача может быть сформулирована следующим образом:

$$Y = X \times \beta + \varepsilon \quad (1)$$

где  $\varepsilon$  – независимые случайные ошибки со средним, которые интерпретируются как ошибки наблюдений;

$\beta$  – вектор неизвестных параметров, которые необходимо оценить. Оценки параметров  $\beta$  обозначим через  $b$ .

В данной задаче зависимые переменные – механические свойства ( $\sigma_r, \sigma_b, \delta$ ), а независимые – содержание постоянных примесей в стали (Mn, Si, S, P). Зависимость между переменными предполагается линейной. Зависимую переменную называют откликом, а независимых переменных – предикторами или контролируруемыми переменными. Эта терминология подчеркивает, что ряд переменных оказывает влияние на одну переменную – отклик. Заметим также, что уравнение (1) позволяет дать оценку отклика при любом значении контролируемых переменных.

Таблица 1 – Механические свойства и химический состав исследованных горячекатаных арматурных сталей

№	Массовая доля, %					Механические свойства		
	C	Mn	Si	S	P	$\sigma_r$ , МПа	$\sigma_b$ , МПа	$\delta$ ,
1	0,19	0,54	0,22	0,030	0,016	293	443	40,20
2	0,15	0,73	0,24	0,029	0,023	303	466	40,10
3	0,21	1,18	0,24	0,035	0,018	348	550	36,10
4	0,16	2,05	0,24	0,035	0,020	368	604	29,90
5	0,19	0,95	0,66	0,024	0,008	359	545	34,50
6	0,19	1,10	0,96	0,014	0,020	366	539	35,70
7	0,19	1,40	1,08	0,030	0,019	401	593	33,70
8	0,19	1,24	1,49	0,021	0,017	419	613	32,70
9	0,20	1,84	0,65	0,044	0,022	431	635	32,50
10	0,20	1,13	0,03	0,095	0,014	412	611	29,00

Перед непосредственным применением того или иного статистического анализа возникает необходимость преобразования величины исходных данных. Так, для проведения регрессионного анализа необходимо выполнить преобразование логарифмирование для предела текучести, временного сопротивления и относительного удлинения. Это стабилизирует дисперсию и поэтому часто применяется в решении задач подобного рода. Его можно интерпретировать следующим образом: чем выше абсолютное значение переменной, тем выше уровень случайных ошибок. При логарифмировании все ошибки становятся примерно одинаковыми.

Поэтому находят линейную зависимость не между процентным содержанием соответствующих элементов в исследуемой стали, с одной стороны, и прочностными и пластическими характеристиками, с другой, а зависимость процентного содержания соответствующих элементов и логарифмированными характеристиками механических свойств арматурных профилей, получая при этом более устойчивые оценки параметров модели. Впоследствии, когда модель будет построена, можно перейти к исходным величинам.

Задача состоит в построении модели вида

$$\ln(\sigma_T) = b_0 + b_1 C + b_2 Mn + b_3 Si + b_4 S + b_5 P \quad (2)$$

где  $b_1$ - $b_5$  – неизвестные коэффициенты;  
 $b_0$  – свободный член (также неизвестен).

При этом модель для предела текучести имеет вид

$$\sigma_T = \exp(b_0 + b_1 C + b_2 Mn + b_3 Si + b_4 S + b_5 P) \quad (3)$$

Эти уравнения позволяют оценить неизвестные параметры и исследовать значимость уравнения регрессии и адекватность построенной модели исходным данным. Аналогична процедура для временного сопротивления и для относительного удлинения.

Задача данного исследования сводится к построению линейной регрессии между зависимыми переменными  $\sigma_T$ ,  $\sigma_B$ ,  $\delta = \ln(\sigma_T)$ ,  $\ln(\sigma_B)$ ,  $\ln(\delta)$  и независимыми переменными  $C$ ,  $Mn$ ,  $Si$ ,  $S$ ,  $P$ . Для стандартного нормального вероятностного графика сначала все значения упорядочиваются по рангу. По этим рангам рассчитываются значения  $z$  (т.е. стандартизованные значения нормального распределения), в предположении, что данные имеют нормальное распределение. Значения  $z$  откладываются по оси  $Y$  графика. Если значения, откладываемые по оси  $X$ , распределены нормально, то все они на графике попадают на прямую линию. Если значения не являются нормально распределенными, то они будут отклоняться от прямой. На этом графике можно легко обнаружить выбросы. Если наблюдается очевидное несовпадение, а данные располагаются относительно линии определенным образом (например, в виде буквы S), то к ним, вероятно, можно применить другое преобразование.

После преобразования таблица 1 принимает вид таблицы 2.

Таблица 2 – Преобразование исходных значений механических свойств для регрессионного анализа (горячекатаное состояние)

Номер плавки	До преобразования			После логарифмирования		
	$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta$ , %	$\ln(\sigma_T)$	$\ln(\sigma_B)$	$\ln(\delta)$
1	293	443	40,20	5,680	6,094	3,694
2	303	466	40,10	5,714	6,144	3,691
3	348	550	36,10	5,852	6,310	3,586
4	368	604	29,90	5,908	6,404	3,398
5	359	545	34,50	5,883	6,301	3,541
6	366	539	35,70	5,903	6,290	3,575
7	401	593	33,70	5,994	6,385	3,517
8	419	613	32,70	6,038	6,418	3,487
9	431	635	32,50	6,066	6,454	3,481
10	412	611	29,00	6,021	6,415	3,367

Для вычисления по рангам ожидаемых нормальных вероятностных значений, т.е. соответствующих нормальных z-значений, используется следующая формула:

$$z^j = \Phi^{-1}[(3^j - 1)/(3N + 1)] \tag{4}$$

где  $\Phi^{-1}$  обратная функция нормального распределения (превращающая нормальную вероятность p в нормальное значение z),

$z^j$  – нормальное вероятностное значение для (ранга)  $^j$  переменной с N наблюдениями.

В нашем случае содержание углерода в арматурной стали удовлетворительно соответствует нормальному распределению.

При переходе от графиков к нормальному распределению воспользовались одним из методов пошаговой регрессии. Он состоит в том, что на каждом шаге в модель включается или исключается какая-то независимая переменная. Таким образом, выделяется множество наиболее значимых переменных. Это позволяет число переменных, которые описывают зависимость. В данном случае выбрали метод пошаговый метод включения. При использовании этого метода в регрессионное уравнение последовательно включаются независимые переменные, пока уравнение не станет удовлетворительно описывать исходные данные. Включение переменных определяется при помощи F-критерия [8].

Как известно, статистическая значимость представляет собой оценочную меру уверенности в его «истинности». Р-уровень - это показатель, находящийся в убывающей зависимости от надежности результата. Более высокий Р-уровень соответствует более низкому уровню доверия к найденной в выборке зависимости между переменными. Именно Р-уровень представляет собой вероятность ошибки, связанной с распространением наблюдаемого результата на всю совокупность выборки. Обычно во многих областях результат Р=0,05 является приемлемой границей статистической значимости, однако следует помнить, что этот уровень все еще включает довольно большую вероятность ошибки (5 %).

Результаты, значимые на уровне Р=0,01, обычно рассматриваются как статистически значимые, а результат с уровнем Р=0,005 или Р=0,001 – как высоко значимые. В нашем случае в уравнении регрессии коэффициент детерминации ( $R^2$ ) равен 0,973. Это значит, что построенная регрессия объясняет 97,3 % разброса значений  $\ln(\sigma_r)$  относительно среднего. Это хороший результат. В то время как хороший результат высокое значение F=45,0182 (критерий, используемый для проверки значимости регрессии) и уровень значимости Р=0,0004 показывают, что построенная регрессия высоко значима с вероятностью ошибки 0,04. По результатам анализа для предела текучести (таблица 3) можно составить уравнение регрессии.

В четвёртом столбце (таблица 3) расположены искомые коэффициенты.

Уравнение регрессии имеет вид

$$\ln(\sigma_r) = 5,5414 + 0,255385 + 6,42545 + 0,114516n - 7,3137P \tag{5}$$

Таблица 3 – Результаты регрессии для предела текучести (горячекатаное состояние)

Кол-во плавков, N=10	Регрес. коэф-т, $\beta$	Станд-ная ошибка, $\epsilon$	Регрес. коэф-т, $\beta$	Станд-я ошибка, $\epsilon$	t-распределение Стьюдента	P-уров., стат-кая знач-ть
Оценка св. члена регрессии			5,54143	0,112092	49,43648	0,000 000
Si	0,848726	0,175 549	0,25526	0,052798	0,83469	0,004737
S	0,401125	0,193 593	6,542536	3,101046	0,07200	0,093003
Mn	0,426541	0,185473	0,11453	0,049403	0,29976	0,069794
P	-0,288849	0,158699	-7,31367	4,017419	-1,82045	0,128336

После перехода к исходным переменным модель имеет следующий вид

$$\sigma_T = \exp(5,5414 + 0,2553Si + 6,4254S + 0,1145Mn - 7,3137P) \quad (6)$$

Качественно построенное уравнение можно интерпретировать так, что предел текучести растёт с увеличением содержания марганца и кремния и снижается с увеличением содержания фосфора. Некоторые исключения, например, влияние содержания серы на  $\sigma_T$  можно объяснить коррелирующим влиянием других факторов. Пересчитаем значения  $\ln(\sigma_T)$  исходя из построенной модели для различных значений независимых переменных C, Si, Mn, S, P (таблица 4). В таблице 4 остатки – это разности между наблюдаемыми значениями и значениями, предсказанными изучаемой моделью. Чем лучше модель согласуется с данными, тем меньше величина остатков. Остаток  $i$  ( $e_i$ ) вычисляется как

$$e_i = (y_i - y_p) \quad (7)$$

где  $y_i$  – наблюдаемое значение,

$y_p$  – соответствующее предсказанное значение.

Стандартизованные значения остатков вычисляются как разность между наблюдаемыми и предсказанными значениями, делёнными на квадратный корень из среднеквадратичного значения остатков.

Таблица 4 – Результаты модуля множественной регрессии (горячекатаное состояние)

Номер плавки	Исход. состояние	Предсказанные значения	Остатки	Стандартизованные предсказанные значения	Стандартизованные остатки	Стандар. ошибка предсказанного значения	Расстояние Махаланибиса	Удалённые остатки	Расстояние Кука
1	5,680172	5,716630	-0,036457	-1,45834	-1,18800	0,020190	2,995795	-0,064283	0,316566
2	5,713733	5,693855	0,019877	-1,63381	0,64733	0,027625	6,393281	0,104819	1,575720
3	5,852202	5,848717	0,003485	-0,44066	0,11357	0,023423	4,343255	0,008349	0,007188
4	5,908083	5,925167	-0,017084	0,14836	-0,55671	0,028347	6,779560	-0,116444	2,047591
5	5,883322	5,860600	0,022723	-0,34911	0,74045	0,027526	6,341111	0,116269	1,924901
6	5,902633	5,885355	0,017278	-0,15837	0,56302	0,016253	1,624562	0,024014	0,028627
7	5,993961	6,015608	0,021647	0,84518	-0,70539	0,015514	1,400092	0,029078	0,038244
8	6,037871	6,047334	-0,009463	1,08961	-0,30837	0,023220	4,252536	0,022137	0,049650
9	6,066108	6,047124	0,018984	1,08799	0,61863	0,020903	3,275688	0,035416	0,102993
10	6,021023	6,018720	0,002303	0,86915	0,07505	0,029813	7,594119	0,040974	0,280424



Минимум	5,680172	5,693855	-0,036457	-1,63381	-1,18800	0,015514	1,400092	-0,116444	0,007188
Максимум	6,066108	6,047334	0,022723	1,08961	0,74045	0,029813	7,594119	0,116269	2,047591
Среднее	5,905911	5,905911	-0,000000	-0,000000	-0,000000	0,023281	4,50000	0,009790	0,637190
Медиана	5,905358	5,905261	0,002894	-0,00501	0,09431	0,023321	4,297895	0,016182	0,191708

Независимые переменные в уравнении регрессии можно представлять точками в многомерном пространстве (каждое наблюдение изображается точкой). В этом пространстве можно построить точку центра.

Эта «средняя точка» в многомерном пространстве называется центром тяжести.

Расстояние Махаланобиса определяется как расстояние от наблюдаемой точки до центра тяжести в многомерном пространстве, определяемом коррелированными (не ортогональными) независимыми переменными (если независимые переменные не коррелированы расстояние Махаланобиса совпадает с обычным евклидовым расстоянием). Эта мера позволяет, в частности, определить, является ли данное наблюдение выбросом по отношению к остальным значениям независимых переменных.

Удаленные остатки – это значения остатков для соответствующих наблюдений, которые были исключены из процедуры регрессионного анализа. Если удаленный остаток значительно отличается от соответствующего стандартизованного значения остатка, то, возможно, это наблюдение является выбросом, поскольку его исключение существенно изменяет уравнение регрессии.

Еще одной мерой соответствующего наблюдения на уравнение регрессии является расстояние Кука. Эта величина показывает разницу между вычисленными  $\beta$ -коэффициентами и значениями, которые получились бы при исключении соответствующего наблюдения. В адекватной модели все расстояния Кука должны быть примерно одинаковыми; если это не так, т.е. есть основание считать, что соответствующее наблюдение (или наблюдения) смещает оценки коэффициентов регрессии. Исследуя остатки, можно оценить степень адекватности модели. Система Statistica позволяет просмотреть остатки модели, как в графическом виде, так и в электронных таблицах. Из полученных графиков остатков видно, что они достаточно хорошо ложатся на прямую, которая соответствует нормальному закону распределения.

Поэтому предположение о нормальном распределении можно считать выполненным.

По описанной методике выполнен статистический анализ и обработка данных для временного сопротивления и относительного удлинения исследованных стале деформационно-термически упрочненном состоянии. При этом учитывали изменение расхода и давления охлаждающей воды, скорости прокатки, температуры конца прокатки, длительности паузы между окончанием прокатки и началом интенсивного охлаждения, температуры воды (таблица 5).

Использование множественного регрессионного анализа для количественной оценки комплекса факторов, влияющих на  $\sigma_T$ ,  $\sigma_B$  и  $\delta_5$  деформационно-термически упрочненных арматурных профилей диаметром 14 мм из низколегированной стали 35ГС, позволило получить следующие уравнения регрессии\

$$\sigma_T = 97 + 147C + 5,07Si - 0,4t + 0,033Q - 2,84V \tag{8}$$

$$\sigma_s = 123 + 111C + 1,56Si - 0,3t + 0,056Q - 2,98V \quad (9)$$

$$\delta_5 = 29 - 9,2C + 2,11Si - 0,018t - 0,004Q - 0,92V \quad (10)$$

Таблица 5 – Технологические факторы при ДТУ арматурных профилей № 14 и механические свойства исследованных сталей

№п/п	Технологические факторы					Механические свойства		
	Q, м <sup>3</sup> /ч	P, МПа	T <sub>кп, С</sub> <sup>0</sup>	Δt, с	v, м/с	σ <sub>т</sub> , МПа	σ <sub>в</sub> , МПа	δ <sub>5</sub> , %
1	349	0,40	851	0,20	7,60	303	466	29,7
2	411	0,55	897	0,57	8,20	351	512	23,1
3	398	0,72	885	0,63	7,90	447	605	16,3
4	453	0,77	932	0,58	7,95	458	619	14,1
5	396	0,81	995	0,62	8,13	451	611	15,7
6	408	0,83	967	1,00	8,20	601	787	11,0
7	397	0,79	959	3,10	7,80	607	762	12,4
8	391	0,77	963	2,10	9,70	585	676	12,0
9	402	0,82	966	1,95	14,10	479	671	10,7
10	448	0,80	961	1,97	10,30	685	833	8,5
11	553	0,78	964	2,20	10,70	796	889	8,2
12	603	0,77	986	1,95	14,20	784	977	9,3

Анализ этих уравнений показывает, что установленный характер зависимостей, определяемый знаком коэффициентов, отвечает физическому смыслу того или иного технологического фактора на механические свойства ДТУ стали [9–11]. Так, увеличение содержания углерода в стали вызывает повышение  $\sigma_t$  и  $\sigma_b$  и снижение  $\delta_5$ . Кремний, также как углерод, оказывает упрочняющее влияние на сталь, практически не ухудшая пластичность. Увеличение расхода воды (Q) повышает скорость охлаждения стали и ее прочностные свойства которые уменьшаются с ростом температуры охлаждающей воды (t). Увеличение скорости прокатки (V) приводит к уменьшению времени охлаждения (τ), повышению температуры самоотпуска, и, как следствие, к снижению прочностных свойств. Некоторые исключения, например, влияние скорости прокатки на  $\sigma_t$ ,  $\sigma_b$  и  $\delta_5$ , можно объяснить коррелирующим воздействием других факторов.

### ВЫВОДЫ

1 Для установления зависимости между механическими свойствами, с одной стороны, и химическим составом и структуры стали, – с другой, использован метод множественного регрессионного анализа, который позволяет выделить наиболее значимые величины, характеризующие предел текучести, временное сопротивление и относительное удлинение, оценить степень влияния на эти свойства колебаний отдельных элементов в пределах ГОСТ и технологических параметров упрочнения.

2 Разработана математическая модель формирования прочностных и пластических характеристик деформационно-термически упрочненных арматурных профилей, позволяющая прогнозировать их конечные механические свойства.

3 Полученные уравнения множественные регрессионного анализа позволяют получить оптимальный режим совмещенной деформационно-термической обработки, если имеются данные о химическом составе стали и значение основных технологических факторов.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Узлов И. Г.** Развитие теории и технологии термического и термомеханического упрочнения конструкционных сталей. Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии. Сборник научных трудов, 2004. – № 8. – С. 250–260.

2 **Кугушин А. А., Узлов И. Г., Калмыков В. В.** и др. Высокопрочная арматурная сталь. – М. : Металлургия, 1986. – 271 с.

3 **Бояринцева А. В., Софошенков А. Ф., Муратов В. М.** Влияние прерываемого охлаждения на микроструктуру и свойства арматуры из стали 35ГС Известия вузов. Черная металлургия, 2003. – С. 46–48

4 **Узлов И. Г., Раздобреев О. Г., Федорова И. П.** и др. Особенности формирования структуры и свойств сортового проката из малоуглеродистых и низколегированных сталей при низкотемпературных деформационно-термических обработках. / Металлургическая и горнорудная промышленность, 2004. – № 3. – С. 63–68

5 **Кокс Д., Снелль Э.** Прикладная статистика. Принципы и примеры – М. : Мир, 1984. – 200 с.

6 **Боровиков, В. П., Боровиков, И. П.** Statistica, Статистический анализ и обработка данных в среде Windows. – М. : Филин, 1997. – 608 с.

7 **Рындин В. В., Волкова Л. Ю.** Применение системы MathCad при статистическом анализе экспериментальных данных // Наука и техника Казахстана. – 2018. – № 4. – С. 6–18.

8 **Сергеев А. Г., Крохин В. В.** Метрология. – М. : Логос, 2000, – 408 с.

9 **Канаев А. Т., Быхин Б. Б., Канаев А. А., Капушак А. Ф.** Совершенствование режимов термоупрочнения стержневой арматурной стали. // Международный научно-производственный журнал «Сталь», 1998. – № 12. – С. 46–49

10 **Канаев А. Т.** Совмещенная деформационно-термическая обработка сортового проката. – Астана : ТОО «Мастер-ПО», 2017. – 170 с.

11 **Канаев, А. Т., Bogomolov, A. V., Канаев, А. А., Reshotkina, E. N.** Influence of Intermittent Quenching and Self- Tempering on the Mechanical Properties of Rebar Steel. SSN 0967-0912 Steel Translation, 2018, Vol 48. – No 2. – P. 130–134.

Материал поступил в редакцию 16.09.19.

#### ***Канаев Амангельды Токешевич***

т.ғ.д., профессор, «Стандарттау, метрология және сертификаттау» кафедрасы,  
Техникалық факультеті, С. Сейфуллин атындағы  
Қазақ агротехникалық университеті,  
Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы.

***Мазур Игорь Петрович***

т.ғ.д., профессор, «Металдарды қысыммен өңдеу» кафедрасы, Металлургический институты, Липецк мемлекеттік техникалық университеті, Липецк қ., 398600, Ресей Федерациясы.

***Ахмедьянов Абдулла Угубаевич***

т.ғ.к., доцент, «Стандарттау және сертификаттау» кафедрасы, Көлік-энергетика факультеті, Л. Н. Гумилев атындағы Еуразиялық ұлттық университеті, Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы.

***Джасымбетова Макпал Адликановна***

магистр, докторант, «Стандарттау, метрология және сертификаттау» кафедрасы, Техникалық факультеті, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы.  
Материал баспаға 16.09.19.түсті.

**Көпше регрессионды пайдалану сандық бағалау үшін талдау беріктелген арматуралық профильдердің қасиеттері**

*Деформациялық-термиялық беріктелген арматуралық профильдердің механикалық қасиеттеріне әсер ететін факторлар кешенін сандық бағалау үшін көп регрессиялық талдау әдісі қолданылды, ол ағымдылық шегін, уақытша қарсылықты және салыстырмалы ұзаруды сипаттайтын аса маңызды шамаларды бөліп көрсетуге, ГОСТ шегінде жекелеген элементтердің тербелістерінің осы қасиеттеріне және беріктендірудің технологиялық параметрлеріне әсер ету дәрежесін бағалауға мүмкіндік береді. ол ағымдылық шегін, уақытша кедергіні және салыстырмалы ұзаруын сипаттайтын аса маңызды шамаларды бөліп көрсетуге, ГОСТ шегінде жекелеген элементтердің тербелістерінің осы қасиеттеріне және беріктендірудің технологиялық параметрлеріне әсер ету дәрежесін бағалауға мүмкіндік береді.*

*Механикалық қасиеттерін болжауға мүмкіндік беретін деформациялық-термиялық беріктелген арматуралық профильдердің берік және пластикалық сипаттамаларын қалыптастырудың математикалық моделі әзірленді. Алынған регрессия теңдеулерін талдау коэффициент белгісімен анықталатын тәуелділіктің белгіленген сипаты қандай да бір технологиялық фактордың физикалық мағынасына деформациялық-термиялық беріктелген болаттардың механикалық қасиеттеріне жауап беретінін көрсетеді.*

*Кілтті сөздер: математикалық модель, Қолданбалы статистика, арматуралық профильдер, беріктендіру, механикалық қасиеттері, құрылымы, су шығыны, илектену жылдамдығы, өздігінен жіберу*

***Kanayev Amangeldy Tokeshevich***

Doctor of Technical Science, Professor,  
Department of Standardization,  
Metrology and Certification,  
Technical Faculty, S. Seifullin Agro Technical University,  
Astana, 010000, Republic of Kazakhstan

***Mazur Igor Petrovich***

Doctor of Technical Sciences, Professor,

Department of Metal Forming,  
Metallurgical Institute, Lipetsk State Technical University,  
Lipetsk, 398600, Russian Federation

**Ahmedyanov Abdulla Ugubayevich**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Department of Standardization and Certification,  
Faculty of Transport and Energy, L. N. Gumilyov Eurasian National University,  
Astana, 010000, Republic of Kazakhstan

**Dzhaksymbetova Makpal Adlikanovna**

Master, Doctoral student, Department of Standardization,  
Metrology and Certification, Technical Faculty,  
S. Seifullin Agrotechnical University,  
Astana, 010000, Republic of Kazakhstan

**The use of multiple regression analysis  
to quantify the mechanical properties of the hardened reinforcement profiles**

*In the paper the method of multiple regression analysis is used for a quantitative assessment of a complex of factors influencing the mechanical properties of thermo-strengthened rebars. It allows to separate the most significant values of limit strength, yield limit and relative elongation characterizing them and assess the degree of influence on these properties of fluctuations of individual elements within the standards and technological parameters of strengthening.*

*There has been developed the mathematical model for the formation of the strength and plastic characteristics of heat-strengthened rebars, which makes it possible to predict their final mechanical properties. Analysis of the obtained regression equations shows that the established nature of the dependencies, which is determined by the sign of the estimates, corresponds to the actual physical meaning of one or another technological factor.*

*Keywords: mathematical model, applied statistics, reinforcement profiles, hardening, mechanical properties, structure, water consumption, rolling speed, self-release.*

**Ибраева Жанна Туармановна**

магистр, аға оқытушы, «Стандарттау, метрология және сертификаттау» кафедрасы, Техникалық факультеті, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы.

**Канаев Амангельды Токешевич**

т.ғ.д., профессор, «Стандарттау, метрология және сертификаттау» кафедрасы, Техникалық факультеті, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы.

**Джаксымбетова Макпал Адликановна**

магистр, докторант, «Стандарттау, метрология және сертификаттау» кафедрасы, Техникалық факультеті, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы.

**ХАЛЫҚАРАЛЫҚ КӨЛІК ДӘЛІЗДЕРІНІҢ ИНФРАҚҰРЫЛЫМЫ**

*Қазақстан Республикасының қазіргі даму кезеңінде мемлекет экономикалық реформалаудың жаңа тетіктерін іске қосу, жаһандану жағдайында отандық экономиканы дамыту басымдықтарын айқындау, бәсекелестік пен жеке бастаманы дамыту үшін өнеркәсіптік инфрақұрылым мен жағдайлар жасау керек.*

*Осындай ұзақ мерзімді басымдықтарды жариялаған және оларға қол жеткізу жолдарын айқындаған негізгі құжат Ел Президентінің «Қазақстан-2030: Барлық қазақстандықтардың өсіп-өркендеуі, қауіпсіздігі және әл-ауқатының жақсаруы» атты Қазақстан халқына Жолдауы болды (1997 жылғы 10 қазан).*

*Қазақстан Республикасы Президентінің 2003 жылғы 17 мамырдағы № 1096 Жарлығымен бекітілген Қазақстан Республикасының индустриялық-инновациялық дамуының 2003–2015 жылдарға арналған стратегиясы (бұдан әрі – индустриялық-инновациялық даму стратегиясы) қабылданғаннан кейін республика жоғары технологиялар индустриясын құруға және бәсекеге қабілетті экономика құру қағидаттарына негізделген өз дамуының келесі, сапалы жаңа кезеңіне көшті.*

*Кілтті сөздер: көлік, инфрақұрылым, транзит, тасымал, саясат.*

**КІРІСПЕ**

Елдің бірыңғай экономикалық кеңістігін дамыту әр өңірдің көлік инфрақұрылымының даму дәрежесіне байланысты. Осыған байланысты көлік жүйесін теңгерімді өңірлік дамыту және орталықсыздандыру үрдісін сақтай отырып, көлік қызметін мемлекеттік реттеу мәселелерінде орталық және жергілікті атқарушы органдардың өзара іс-қимылын күшейту қажеттілігі ерекше өзекті болып табылады.

Қазақстан Республикасының 2020 жылға дейінгі көлік стратегиясы (бұдан әрі – Стратегия) жалпы мемлекеттік маңызы бар, өйткені көлік кешенінің тұрақты жұмыс істеуі республиканың тұрақты экономикалық өсуінің қажетті шарты болып табылады.

## НЕГІЗГІ БӨЛІМ

Көлік қызметтері оларды алушыларға, атап айтқанда халыққа, бизнеске, сондай-ақ Бірлік пен қауіпсіздікті қамтамасыз етудің стратегиялық мәселелерін шешуде мемлекетке бағдарлануы тиіс.

Қазақстанның көлік саясатының мақсаты – республика аумағы арқылы сараптау-импорттық және транзиттік жүктерді тасымалдау үшін қолайлы жағдайлар жасау және оларды келісілген халықаралық көлік дәліздері мен бағыттары бойынша тасымалдау үшін жағдайды қамтамасыз ету.

Қазақстан аумағы арқылы транзиттік тасымалдарға арналған көлік дәліздері пайдалы қазбаларға бай және оларды игеру тұрғысынан перспективалы өңірлер бойынша өтеді. Ресей аумағы бойынша Транзит – бұл бірыңғай заңдар, оның ішінде кеден заңнамасы қолданылатын бірыңғай аумақ бойынша транзит, ал бәсекелестерге түрлі егемен мемлекеттердің мүдделері арасындағы консенсус іздеуге тура келеді. Халықаралық көлік дәліздерін (ККМ) және транзиттік тасымалдарды дамыту Қазақстан үшін әлемдік экономикадағы өз ұстанымдарын жандандырудың жеткілікті шабыттандырушы факторына айналуы мүмкін. Мәселе-ынтымақтастықтың қажетті деңгейіне, жақын уақытта шығу болып табылады.

Қазақстан аумағы арқылы өтетін жаңа көлік маршруттарына қосымша транзиттік жүктерді тарту үшін техникалық, ұйымдастырушылық, инновациялық және қаржылық проблемалардың тұтас кешенін шешу талап етіледі. Бұл маршруттардың бәсекеге қабілеттілігін қамтамасыз ету үшін ұлттық және халықаралық көлік дәліздеріне тарту аймақтарында орналасқан ірі көлік тораптарында, қолданылатын технологиялар мен көлік-логистикалық сервис деңгейі бойынша, сондай-ақ тасымалдау құны бойынша халықаралық стандарттарға сәйкес келетін мультимодальных көлік-логистикалық орталықтарының тірек желісін қалыптастыру аса маңызды болып табылады [1–5].

Қазақстанның көлік стратегиясында көлік желісін қалыптастыру, елдің жекелеген өңірлерінің көлік инфрақұрылымын дамытудағы сәйкессіздікті жою, көлік жүйесінің бірлігін қамтамасыз ететін басым инфрақұрылымдық жобаларды іске асыру мәселелеріне үлкен көңіл бөлінеді.

Көлік желісі көлік дәліздерінің жұмыс істеу қағидаттарында дамиды. Бұл ретте ұлттық көлік дәліздері еуропалық және азиялық көлік желілерінің халықаралық көлік дәліздерімен түйіседі.

Технологиялық тұрғыдан алғанда, халықаралық көлік дәліздері-бұл жалпы пайдаланудағы көлік пен телекоммуникацияларды басты бағыттарға шоғырландыратын жоғары технологиялық көлік жүйелері. Экономикалық тұрғыдан алғанда БҰҰ Еуропалық экономикалық комиссиясы ККМ-ні ұлттық немесе халықаралық көлік жүйесінің бір бөлігі ретінде анықтады, ол жекелеген географиялық аудандар арасында едәуір халықаралық жүк және жолаушылар тасымалдарын қамтамасыз етеді, осы бағытта жұмыс істейтін көліктің барлық 9 түрінің жылжымалы құрамы мен стационарлық құрылғыларын, сондай-ақ осы тасымалдарды жүзеге асырудың технологиялық, ұйымдастырушылық және құқықтық шарттарының жиынтығын қамтиды.

Нарықтық қатынастарды қалыптастыру және Қазақстанның транзиттік-көлік әлеуетін дамыту қажеттілігі көлік-логистикалық инфрақұрылым құруды талап

етеді, оның негізін қалаушы элементтері магистральды қатынас жолдарының тірек желісімен қатар мультимодальды көлік тораптары, контейнерлік терминалдар, көпфункционалды терминалдық кешендер мен көлік-логистикалық орталықтар болуы тиіс.

Әлемдік экономиканы дамытудың жаңа моделін қалыптастыру жағдайында көлік Қазақстанның тең құқылы серіктес ретінде әлемдік экономикаға кіруін қамтамасыз ететін ұлттық мүдделерді іске асыру құралы ретінде қарастырылады.

Көлік саласындағы халықаралық интеграцияның негізгі бағыттары:

- Қазақстан көлігінің еуропалық көлік жүйесіне интеграциясы;
- ТМД елдерімен ортақ көлік кеңістігін қалыптастыру және дамыту;
- азия-тынық мұхиты өңірінің құрылып жатқан интеграцияланған көлік жүйесіндегі Қазақстанның рөлін арттыру;
- халықаралық көлік жобалары мен бағдарламаларына қатысу.

Қазақстанның экономикалық және географиялық ерекшеліктері (кең аумақ, халықтың тығыздығының төмендігі, елдің түрлі бөліктерінде орналасқан минералдық ресурстар қорлары, Еуропа мен Азия арасындағы орналасуы) оның экономикасын көлік жүйесіне жоғары тәуелділікті туындата отырып, әлемдегі ең көп жүк сыйымдылығының бірі етіп жасайды.

Жер үсті қатынас жолдары желісінің негізгі үлесі автомобиль және темір жолдарға тиесілі (тиісінше 85,6 және 13,7 мың км). 1000 шаршы км аумақта желінің тығыздығы шамамен 5,2 км темір жолды, 1,5 км ішкі су жолдарын, 28,3 км қатты жабынды автомобиль жолдарын құрайды, бұл дамыған елдердің ұқсас көрсеткіштерінен едәуір төмен (1-кестені қараңыз)

Кесте 1 – Салыстырмалы ұзындығы мен тығыздығы көліктің жекелеген түрлерінің инфрақұрылымы

Ел/Көрсеткіш	Темір-жол желісі, км	Темір-жол желісінің тығыздығы, км / мың км <sup>2</sup>	Автожолдар ұзындығы, км	Автомобиль жолдарының тығыздығы, км / мың км <sup>2</sup>	Ішкі су жолдары (экз-жүзілетін), км
<b>Қазақстан</b>	<b>13780</b>	<b>5,2</b>	<b>85679</b>	<b>28,3</b>	<b>3982</b>
Канада	48909	5	497306	49,8	631
АҚШ	228464	24	4148395	430,7	41009
Мексика	19510	10	108087	54,8	2900
Аустралия	44015	6	314090	40,9	2000
Германия	46039	129	230735	646,3	7300
Аргентина	34091	12	63348	22,9	11000
Украина	22473	37	163898	271,5	4499
Нигерия	3557	4	60068	65,0	8575



Әлемдік тәжірибеде көлік ағындарын шоғырландыруға және интермодальді көлік дәліздері бойынша контейнерлік тасымалдардың өсуіне байланысты жүк тасымалдары технологиясын үнемі жетілдіру байқалады, олар ХХІ ғасырда бірыңғай жаһандық Көлік желісінің негізі болуы тиіс, оның құрылуы мен жұмыс істеуі Еуро-Азия көлік саясатының басты міндеттерінің бірі болып табылады.

Кесте 2 – Көлік жұмысының негізгі көрсеткіштері

Көрсеткіші	1999	2000	2001	2002	2003	2003/1999
Жүктерді тасымалдау, млн. тонна	1056	1278	1386	1516	1681	159,2%
Жүк айналымы, млн. ткм	149645	207044	225412	232291	258247	172,6%
Жолаушылар тасымалы, млн. жолаушы.	7369	6345	7322	8317	8636	117,2%
Жолаушылар айналымы, млн. пкм	61229	67590	78387	86360	92950	151,8%

Көліктің әртүрлі түрлері бойынша тасымалдау көлемі былайша бөлінді (3, 4-кестелер).

Кесте 3 – Көлік түрлері бойынша жүк тасымалдау көлемі

Барлық түрлерімен көлік	1999	2000	2001	2002	2003	2003/ 1999
		976,8	1168,7	1270,2	1408,5	1536,2
оның ішінде:						
Темір жол, млн. тонна	133,7	171,8	183,8	178,7	202,7	152%
Автомобиль, млн. тонна	825,8	982,0	1076,9	1219,3	1313,0	159%

1999–2003 жылдар ішінде көліктің мынадай түрлері бойынша тасымалданған жолаушылар санының өсуі болды: автомобильдік – 19 %-ға, өзендік – 100 %-ға, әуедік – 68 %-ға. Керісінше, көліктің жекелеген түрлері бойынша тиісінше: темір жол – 6 %-ға және қалалық электр – 6 %-ға азайған.

Автомобиль тасымалдарының өсуі «коммерциялық тасымалдаушылар» үлесінің ұлғаюына және жеке пайдаланудағы автомобильдер санының өсуіне байланысты жолаушылар бөлігінің темір жол көлігінен Автомобиль көлігіне көшуінің жалпы әлемдік үрдісіне сәйкес келеді. Темір жол тасымалдарының көлемі төмендеген кезде әуе көлігімен тасымалдау көлемінің бір мезгілде өсуі азаматтық авиацияны қалпына келтірудің басталғанын және азаматтардың әлауқатының біршама өсуін куәландырады.

Кесте 4 – Көлікпен тасымалданған жолаушылар саны

Барлық түрлерімен көлік	1999	2000	2001	2002	2003	2003/1999
	1550,0	1618,5	1687,5	1762,1	1829,0	118%
оның ішінде:						
Темір жол, млн. тонна	18,8	21,3	21,6	20,7	17,7	94%
Автомобиль, млн. тонна	1340,0	1400,0	1460,0	1534,0	1600,0	119%

Экономиканы жаһандандыру, ірі трансұлттық корпорациялар құру және бірқатар мемлекеттердің көлігін әлемдік көлік жүйесіне интеграциялау жағдайында жүктерді жеткізудің қазіргі заманғы логистикалық технологияларын енгізу негізінде түрлі елдер мен континенттер арасында ірі тауар-материалдық ағындарды жедел жылжытуды қамтамасыз ететін халықаралық көлік дәліздерін қалыптастыру қарқынды процесі жүріп жатыр.

Халықаралық көлік дәлізі деп жекелеген географиялық аудандар арасында едәуір халықаралық жүк тасымалдарын қамтамасыз ететін және жылжымалы құрамды, көліктің барлық түрлерінің стационарлық құрылғыларын, сондай-ақ осы тасымалдарды жүзеге асырудың технологиялық, ұйымдастырушылық және құқықтық шарттарының жиынтығын қамтитын ұлттық немесе халықаралық көлік жүйесінің бір бөлігі түсініледі.

Тарту аймағында халықаралық көлік дәліздеріне ірі жүк ағындары шоғырландырылады және бірыңғай ілеспе құжат негізінде сервистік қызмет көрсетудің жоғары деңгейі бар жеделдетілген және сапалы жүк тасымалдарын қамтамасыз ететін көліктің әртүрлі түрлерінің үйлестірілген өзара іс-қимылы жүзеге асырылады.

Қазақстан аумағында халықаралық көлік дәліздерін қалыптастыру мен дамытудың мақсаты:

- сыртқы сауда тасымалдарының сенімділігі мен тиімділігін арттыру;
- елдің көлік коммуникациясына қосымша транзиттік жүк ағындарын тарту;
- көлік инфрақұрылымын дамытуға отандық және шетелдік инвестицияларды тарту;
- халықаралық көлік дәліздерінің трассаларына тарту аймағында орналасқан елдің жекелеген өңірлерін жылдам дамыту;
- көлікті еуропалық және әлемдік көлік жүйесіне біріктіру.

Халықаралық көлік дәліздерін ұйымдастыру өзінің мақсаты Шығыс және батыс елдерінің көлік жүйелерін үйлестіруді, жаһандық логистикалық жүйелерді құру және ұлттық көлік жүйелерін әлемдік көлік жүйесіне интеграциялау негізі ретінде тасымалдаудың бірыңғай технологиясын қолдануды қамтамасыз ететін бірыңғай техникалық параметрлері бар халықаралық көлік инфрақұрылымын құруды көздейді [6–9].

Халықаралық көлік дәліздерінің логистикалық инфрақұрылымының негізгі элементтері көлік-логистикалық орталықтар болып табылады, ол елдің экономикасы өсуінің стратегиялық нүктелері ретінде қаралатын көліктің барлық түрлері мен көлік-логистикалық процеске басқа да қатысушылардың үйлестірілген өзара іс-қимылын қамтамасыз етеді.

Республикада көлік пен көлік инфрақұрылымын дамытуға ерекше көңіл бөлінеді. Қазақстан жоғары саяси тұрақтылық жағдайында соңғы жылдары ЖІӨ-нің жыл сайынғы өсімі 10 %-ға жуық ұлттық экономиканың елеулі өсуін көрсетіп отыр. Алайда, экономикалық жүйенің жұмыс істеу тиімділігі әлемдік нарықтарда қазақстандық тауарлардың бәсекеге қабілеттілігін төмендететін және Ел ішіндегі бағалардың өсуіне әкелетін жоғары көлік шығындарын тежейді.

Экономикалық, оның ішінде көлік проблемаларын шешу Қазақстан үкіметі әртүрлі саяси, экономикалық және кәсіби ұйымдар шеңберінде өңірлік интеграцияны дәйекті түрде күшейтуді, халықаралық ынтымақтастықты кеңейту мен нығайтуды іздейді. Республиканың ұлттық мүдделері халықаралық транзитпен, ең алдымен, көлік дәліздеріне қатысумен қанағаттандырылады.

Қазақстанның табиғи географиялық орналасуының, өнеркәсіптік және ғылыми-техникалық әлеуетінің үйлесуі, автомобиль, темір жол, әуе және су көлігінің болуы, сондай-ақ қолайлы инвестициялық ахуал жасау жөніндегі мемлекеттің мақсатты қызметі құрамдастырылған көлік қатынасын дамыту үшін айрықша мүмкіндіктер береді. Мұны ұлттық және халықаралық көлік дәліздерін құру жобаларында ескеру қажет [10–14].

Тауарлар мен көрсетілетін қызметтерді еркін өткізуге жағдай жасау үшін өзара сауда байланыстарындағы барлық кедергілерді біртіндеп жою, пәрменді төлем-есеп айырысу жүйесін әзірлеу, сыртқы сауда саясатын үйлестіруге және ішкі нарықты қорғауға ұлттық сыртқы сауда қағидаттары мен тәсілдерін үйлестіру және біріздендіру талап етіледі. Мүдделі мемлекеттердің нормативтік-құқықтық базасын жақындастыруды және екі жақты және өзге де қатынастарда кемсітушіліктен бас тартуды көздейтін жалпы қағидаттар мен стандарттар, басқа да заң құжаттары мен конвенциялар негізінде көлік заңнамасын үйлестіруді қамтамасыз ету қажет. Барлық деңгейдегі және барлық елдер арасындағы ынтымақтастық қамтамасыз етілуі, шектес елдер қозғалысын басқару жүйелері мен көлік түрлері арасындағы жедел өзара іс-қимыл ұйымдастырылуы, шекаралық өткелдердің проблемалары шешілуі тиіс. Көптеген мемлекеттерде халықаралық құжаттармен қатар сыртқы сауда тасымалдары көлік конвенцияларының ережелеріне негізделетін және оларды толықтыратын арнайы құқықтық актілермен реттеледі. Осыған байланысты көлік жұмысының қазіргі заманғы жағдайларын есепке алу және ұлттық көлік заңнамасын халықаралық құжаттармен үйлестіру үшін қажетті Қазақстан аумағында ККМ-нің жұмыс істеуінің барлық аспектілерін регламенттейтін қолданыстағы нормативтік-құқықтық құжаттарды жетілдіру және жаңа нормативтік-құқықтық құжаттарды әзірлеу қажет.

Дамушы Қазақстан үшін көлік дәліздерін дамыту пайдасына ең маңызды дәлелдердің бірі олардың көпшілігінің өңірлер, бай, пайдалы қазбаларға бай, бірақ

әлсіз дамыған инфрақұрылымы бар өңірлер бойынша өтуі және әлеуметтік тәртіптің аз проблемалары бар болып табылады. Транзитті дамыту, коммуникацияларды жаңғырту Қазақстан өңірлерінде өндірістің өсуіне, халықтың жұмыспен қамтылуына ықпал ететін болады. Яғни, транзит республиканың көлік жүйесі мен онымен шектес салаларды ғана емес, тұтастай алғанда экономиканы да дамытуға мүмкіндік береді. Бұл ретте ұлттық мүдделерді қорғау мен жүктердің кедергісіз қозғалысының ұлтаралық жүйелерін құру арасындағы ақылға қонымды ымыраларды тұрақты іздеу қажет.

Темір жол көлігінде жүк тасымалдау қауіпсіздігі саласында бірінші кезекте темір жол көлігіндегі негізгі қорларды жаңартуға назар аудару қажет. Ағымдағы сәтте парктің шамамен 70 %-ы шекті деңгейде пайдаланылады, ол Нормативтік қызмет ету мерзімінен әлдеқайда асып түседі, бұл апатқа, рельстерден шығуға және жүк құрамдарының сынуына әкеп соғады. Сондай-ақ темір жол көлігіндегі қауіпсіздікті қамтамасыз етудің аса маңызды аспектілерінің бірі мемлекеттік стандарттармен берілген тиеу және тасымалдау ережелерін сақтау болып табылады. Қазіргі уақытта аталған стандарттардың орындалуын бақылауға және бұзушылық фактілері анықталған жағдайда жауапты тұлғаларға қатысты санкциялар қолдануға мүмкіндік беретін тетіктер жоқ. Сонымен қатар, соңғы жылдары ғана өсіп келе жатқан террористік қауіп туралы ұмытуға болмайды.

Ресейдің темір жол көлік кешеніндегі жедел жағдайды талдау оның коммуникацияларын қылмыскерлер қаруды, есірткі құралдарын, жарылғыш заттарды заңсыз тасымалдау, Қылмыстық жолмен алынған кірістерді заңдастыру, жалған ақша белгілерін және айналымға тыйым салынған басқа да заттарды тасымалдау үшін белсенді пайдаланатынын көрсетеді. Көп жағдайда темір жол көлігі террористік актілер жасау арқылы саяси және өзге де талаптарды қанағаттандыруға қол жеткізуге тырысатын, бұл ретте жүздеген адам өміріне қауіп төндіріп, экстремистік сипаттағы адамдар мен ұйымдардың қылмыстық мақсаттарына қол жеткізу құралы болып табылады.

### ҚОРЫТЫНДЫ

Темір жол көлігіндегі қауіпсіздікті арттыру үшін, бірінші кезекте, жылжымалы құрамды жаңарту процесін жеделдету, темір жол техникасының деңгейі бойынша технологиялық және техникалық артта қалуды қысқарту және темір жол көлігіндегі қауіпсіздікті қамтамасыз ету саласындағы мемлекеттік стандарттардың сақталуын бақылауды қамтамасыз ету қажет. Темір жолдардағы жоғары жылдамдықты қозғалысты ұйымдастыру саласында Қазақстан аумағы арқылы өтетін ККМ-ге сәйкес келетін жалпы жоғары жылдамдықты темір жол дәліздерін құру мақсатында ағымдағы Мемлекеттік шаралар қолдау тапты. Автокөлік қызметтері нарығындағы баға деңгейін реттеу үшін көлік түрлері мен Көлік қызметтерінің түрлері бойынша сараланған Бірыңғай тарифтік саясатты әзірлеу және енгізу ұсынылды.

Осы міндетті неғұрлым табысты шешетін мемлекеттер бәсекеге қабілетті көлік дәліздерін құруда басымдыққа ие.

## ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 **Исингарин Н. К.** «Транзит-бұл тиімді». «Темір жол көлігінің өзекті мәселелері». – Алматы : «Экономтранс консалтинг», 2005 – I Шығарылым.

2 **Ныгыманов А. Л., Усембаева З. А., Жанайдаров Ж. К., Имангазинова Д. Б.** Актуальные проблемы и тенденции развития рынка транспортно-логистических услуг в Казахстане // Наука и техника Казахстана. – 2015. – № 3–4. – С. 75–79.

3 **Голованёва А. А.** Проблемы формирования транспортно-логистической инфраструктуры пространства таможенного союза Белоруссии, Казахстана и России // Научные труды : Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. – 2011. – Т9. – С. 309–321.

4 **Курочкин А. И.** Совершенствование инфраструктуры региональных участков международных транспортных коридоров // Вестник казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева. – 2008. – 5(54). – С. 218–223

5 **Булатова Н. Н.** К вопросу формирования инновационной инфраструктуры международных транспортных коридоров // Управление развитием крупномасштабных систем MLSD'2010. – 2010. – С. 42–44

6 **Di Dand Yang Dongyuan,** Dynamic traffic analysis model of multiple passengers for urban public transport corridor // Advances in Mechanical Engineering. – 2015. – Vol.7 (11) – P. 1–10.

7 **Покровская О. Д., Самуйлов В. М., Неволлина А. Д.** Инфраструктура международных транспортных коридоров // Инновационный транспорт. – 2013. – 3(9). – С. 33–37.

8. **Nováková H., Vína L.** Development of HUB logistic terminals linked to European transport corridors // Логистические системы в глобальной экономике. – 2012. – №2. – С. 45–55.

9 **Усембаева Л. К., Оспанов А. Ж., Кайролла Б. К.** К вопросу повышения эффективности эксплуатации грузовых автомобилей // Наука и техника Казахстана. – 2018. – № 4. – С. 102–108.

10 **Атамқұлов Е. Д., Жанғаскин К. К.** «Қазақстанның темір жол көлігі қайта құрылымдау және әлемдік экономикаға ықпалдасу жолдары». – Алматы : – Экономика, 2003. – 820 б.

11 **Чумляков К. С., Чумлякова Д. В.** Конкуренция в системе международных транспортных коридоров // Проблемы устойчивого развития на макро-, мезо- и микроуровне : Сб. науч. тр. – Тюмень, 2018. – С. 81–84

12 **Тохиров М. М.** Транскаспийский международный транспортный коридор // Экономика и менеджмент инновационных технологий. – 2018. – 10(85). – С. 8.

13 **Коновалова О. Н., Суржикова Т. Б.** Роль транспортной инфраструктуры в развитии интеграции Евразийского экономического союза // Экономика железных дорог. – 2019. – № 8. – С. 46–55.

14 **Прокофьева Т. А.** Кластерный подход к управлению развитием логистической инфраструктуры евроазиатских международных транспортных

коридоров // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2013) : Сб. науч. тр. – М., 2013. – С. 408–413.

Материал баспаға 16.09.19.түсті.

***Ибраева Жанна Туармановна***

магистр, ст. преподаватель, кафедра «Стандартизация, метрология и сертификация», Технический факультет, Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, 010000, Республика Казахстан.

***Канаев Амангельды Токешевич***

д.т.н., профессор, кафедра «Стандартизация, метрология и сертификация», Технический факультет, Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, 010000, Республика Казахстан, e-mail: aman-kanaev2012@yandex.ru.

***Джасымбетова Макпал Адликановна***

магистр, докторант, кафедра «Стандартизация, метрология и сертификация», Технический факультет, Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, 010000, Республика Казахстан, e-mail: dzhaksymbetov@list.ru.

Материал поступил в редакцию 16.09.19.

### **Инфраструктура международных транспортных коридоров**

*На современном этапе развития Республики Казахстан необходимо запустить новые механизмы экономического реформирования, определить приоритеты развития отечественной экономики в условиях глобализации, создать промышленную инфраструктуру и условия для развития конкуренции, и частной инициативы.*

*Основным документом, провозгласившим такие долгосрочные приоритеты и определяющим пути их достижения, стало Послание Президента страны народу Казахстана «Казахстан-2030: процветание, безопасность и улучшение благосостояния всех казахстанцев» (10 октября 1997 года).*

*После принятия Стратегии индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2003-2015 годы, утвержденной Указом Президента Республики Казахстан от 17 мая 2003 года № 1096 (далее – Стратегия индустриально-инновационного развития), республика перешла на следующий, качественно новый этап своего развития, основанный на создании индустрии высоких технологий и принципах построения конкурентоспособной экономики.*

*Ключевые слова: транспорт, инфраструктура, транзит, транспорт, политика.*

***Ibrayeva Zhanna Tuarmanovna***

Master, senior lecturer, Department of Standardization, Metrology and certification, Technical Faculty,

S. Seifullin AgroTechnical University,  
Astana, 010000, Republic of Kazakhstan.

***Kanayev Amangeldy Tokeshevich***

Doctor of Technical Science, Professor, Department of Standardization,  
Metrology and certification», Technical Faculty,

S. Seifullin Agrotechnical University,  
Astana, 010000, Republic of Kazakhstan.

***Dzhaksymbetova Makpal Adlikanovna***

Master, doctoral student, Department of Standardization,  
Metrology and Certification», Technical faculty,

S. Seifullin AgroTechnical University,  
Astana, 010000, Republic of Kazakhstan.

Material received on 16.09.19.

### **Infrastructure of international transport corridors**

*At the present stage of development of the Republic of Kazakhstan it is necessary to launch new mechanisms of economic reform, to determine the priorities of the domestic economy in the context of globalization, to create industrial infrastructure and conditions for the development of competition and private initiative.*

*The main document proclaiming such long-term priorities and determining the ways to achieve them was the Message of the President to the people of Kazakhstan «Kazakhstan-2030: prosperity, security and improvement of the welfare of all Kazakhstanis» (October 10, 1997).*

*After the adoption of the Strategy of industrial-innovative development of the Republic of Kazakhstan for 2003-2015, approved by the decree of the President of the Republic of Kazakhstan dated may 17, 2003 N 1096 (hereinafter – the Strategy of industrial-innovative development), the republic moved to the next, qualitatively new stage of its development, based on the creation of high-tech industry and the principles of building a competitive economy.*

*Keywords: transport, infrastructure, transit, transport, policy.*

**Rakishev Asset**

PhD, Senior Lecturer, Department of Technological equipment,  
Mechanical Engineering and Standardization,  
Karaganda State Technical University,  
Karaganda, 100027, Republic of Kazakhstan,  
e-mail: r\_asset@mail.ru.

**Sherov Karibek**

Doctor of Technical Sciences, Professor, Department Technological Equipment,  
Mechanical Engineering and Standardization,  
Karaganda State Technical University,  
Karaganda, 100027, Republic of Kazakhstan,  
e-mail: shkt1965@mail.ru.

**Donenbayev Bakhytzhан**

PhD, Senior Lecturer, Department of Mechanics,  
Karaganda State Technical University,  
Karaganda, 100027, Republic of Kazakhstan,  
e-mail: bahytshan09@mail.ru.

**Sovet Nurlanat**

master student, Department of Technological equipment,  
Mechanical Engineering and Standardization,  
Karaganda State Technical University,  
Karaganda, 100027, Republic of Kazakhstan,  
e-mail: nurlanat.sovet@mail.ru.

**STUDYING THE RIGIDITY OF PARTS  
OF ROTATIONAL-FRICTIONAL TOOL WITHIN NX CAE**

*The design analysis of the rotational friction tool is carried out. In the course of the analysis, the stress-strain state of the tool elements was determined, a solution method was presented using the NX CAE software package.*

*This article focuses on the study of the mechanical behavior of a rotary friction tool in modeling the load that appears during the cutting process, determining the rigidity of a rotary friction tool with a self-rotating cup cutter.*

*As a result of the calculations, stresses were determined according to Von-Mises of the support elements of the tool. The numerical methods of analysis incorporated in the NX CAE program provide insignificant discrepancies compared with empirical research methods.*

*Keywords: structural rigidity, rotational friction tool, deformation, stress, finite element method, NX CAE.*

INTRODUCTION

The development of present day mechanical engineering which is characterized by continuous increasing power and rapidity, durability and reliability of machines and units alongside with the sharp increasing of the need for them of the national economy is impossible without improving the technology of machining.



Machining by cutting possesses the predominating role in the technological process of producing parts of machines, both from the point of view of the labor input and concerning the reached accuracy and quality of their production.

Under the influence of the cutting force applied to the links of the elastic technological system (machine – device – tool – workpiece), its deformation occurs. The accuracy of processing is influenced mainly by those deformations of the system, which change the distance between the cutting edge of the tool and the surface to be machined, that is, deformations that are directed normally to the surface being machined.

The ability of a system to withstand the action of a force causing deformation characterizes its rigidity.

Within performing the grant subject: 2162/GF4 «Development special machine tool designs permitting to supply pulse cooling and replace the cutting tool made of a hard alloy with the tool made of constructional steel in thermo-frictional cutting of metal workpieces», the authors have studied the method of rotational and frictional turning of external cylindrical surfaces with the use of a special cutting tool: a frictional cut tool [1-3].

The performed experimental studies have shown that the right choice of parameters and the reliability of the tool directly affect the quality and accuracy of the rotational-friction processing. In this regard, the determination of the rigidity of the rotational-friction tool (RFT) with a self-rotating cup cutter is an important task.

The purpose of this study is to master the computer-aided method for analyzing and calculating the stress-strain state of the structural elements of the tool that resist the simplest types of loading, which will ensure the creation of reliable and cost-effective structures [4, 5].

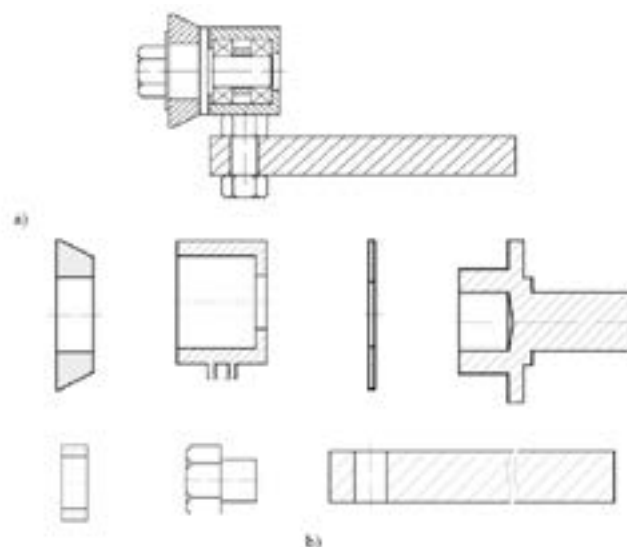
In this paper, the focus is on the method of calculating the RFT, a computer analysis of the loading process of the tool structure is carried out in the Nastran module of the NX CAE program.

NX Advanced Simulation is a feature-rich system for multi-physics calculations that can be used to study strength and dynamics, aerodynamic performance, internal and external flow of liquids and gases, cooling systems, experimental engineering, and more.

Materials [6] show the great potential of NX Advanced Simulation in engineering analysis in the field of CAE - design technologies. The program complex covers a wide range of tasks for modeling physical processes.

#### MAIN PART

The paper deals with the RFT (fig. 1), which consists of the cutting part and body elements (fig. 1 b). Material components - structural steel, steel 45.



a) tool assembly; b) tool detailing

Figure 1 – Rotational friction tool and its detailing.

The analysis is performed to determine the stress-strain state and reliability of the supporting parts of the tool. To implement computer numerical analysis (FEM), as mentioned earlier, we will use the NX Advanced Simulation program [7].

Three-dimensional models of tool components with realistic geometry were created for the study in the calculation module of the CAE system of the NX mechanical system. For modeling RFT, we used the most approximate values of the parameters that were used in empirical studies earlier. Discretization of the components of the RFI components were performed using the finite element (FE) generators of the NX computation module, which allow you to create very high quality FE meshes with economical use of computer resources.

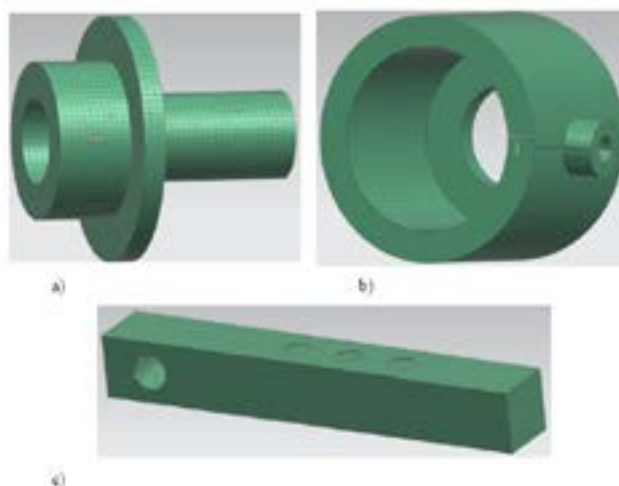
Creating a finite element mesh is one of the most important and critical stages in the process of numerical engineering analysis, and the accuracy of the results directly depends on the quality of the mesh created.

Parts of the RFT have a mesh element mapped by the finite element method, as shown in Figure 2. A quadratic element was chosen as the type of elements, namely, the 10-node tetrahedron (CTETRA10). The size of the elements was uniform throughout the tool body [8–10].

After creating the model grid FE, the next step is to create a calculation model (Simulation Part). For the developed FE model, loading conditions, boundary and initial conditions, conditions of possible contact interaction, one or several types of analysis and solver options are determined. This stage is the most important because it directly affects the results.

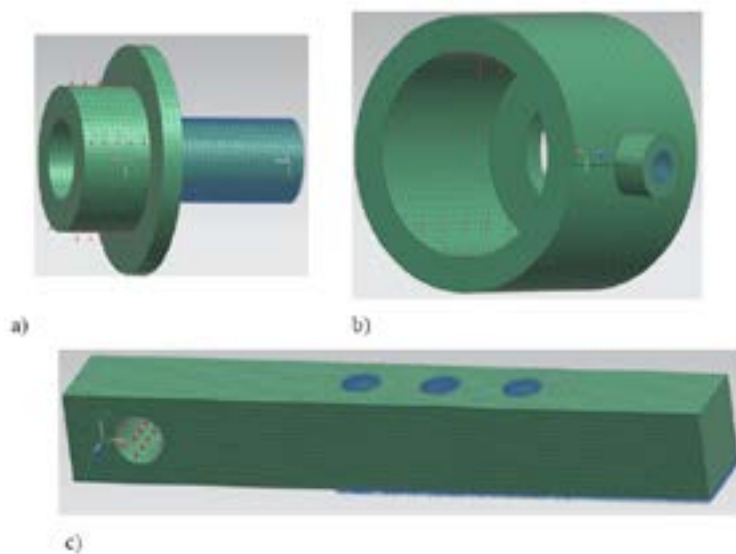
NX Extended Simulation allows a wide range of types of numerical analysis. During the transition to NX, the Advanced simulation and the creation of the computational model were given the NX Nastran solver and the type of analysis – linear static analysis (SOL 101) [11–13].

To simulate the loads of the tool cutting process, the bearing surfaces of the parts were fixed, while corresponding forces were applied to the surfaces that were under load. When fixing the tool holder, it was modeled taking into account the limitations of the tool holder of the lathe (fig. 3c). A schematic representation of the boundary conditions of the parts of the RFT are shown in figure 3.



a) shaft; b) housing; c) holder.

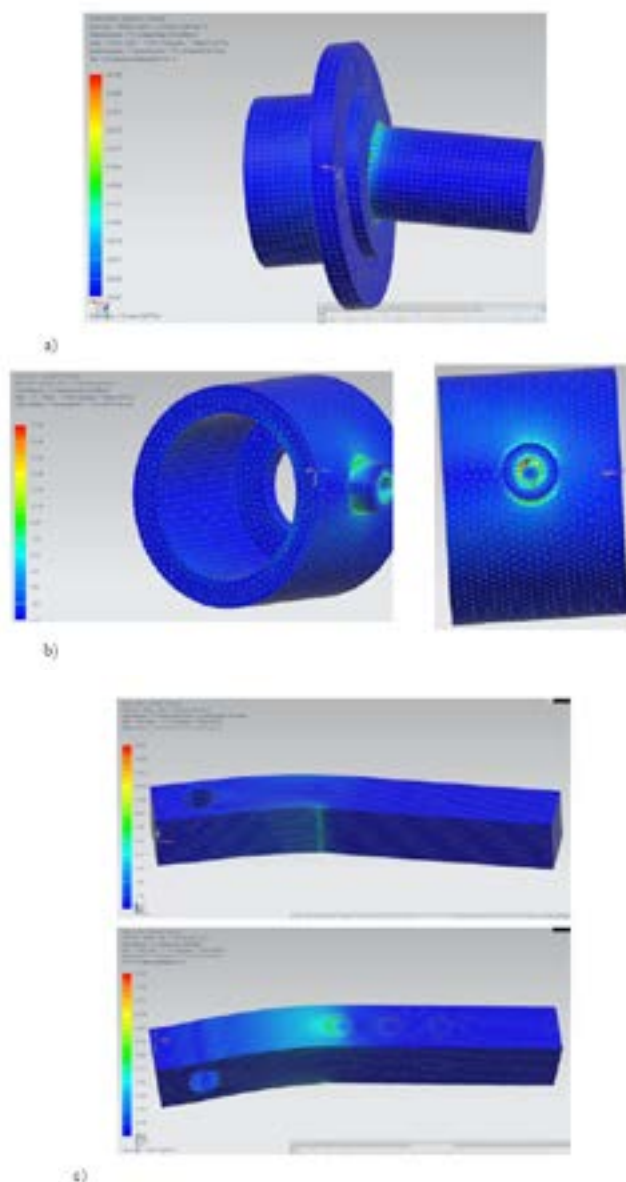
Figure 2 – RFT finite element mesh model



a) shaft; b) housing; c) holder.

Figure 3 – Boundary conditions

Calculations were performed to estimate the stresses according to Von-Mises. The stresses distribution across the grid of RFT components is shown in Figure 4.



a) shaft; b) housing; c) holder.  
Figure 4 – Stress distribution

In the diagram, you can observe the distribution of stress in the vulnerable places of the tool. The maximum stress points on each surface are shown in red, and its exact value can be found from the scale shown alongside. The value of the maximum stress for the shaft is 0.3 MPa, for the housing 17.99 MPa and for the holder 15.3 MPa, respectively.

#### CONCLUSION

Thus, the presented FE model used for calculating the stress for RFT reference elements is rather rigid. This is confirmed by the results of computer simulation.

## REFERENCES

- 1 **Sherov K. T., Sikhimbayev M. R., Musayev M. M., Rakishev A. K., Donenbayev B. S.** Pilot study of grinding turn the process using special friction plant made of HARDOX steel // Metallurgical industry and Mining industry. 2016, v. 11-2016, p. 52–59.
- 2 **Sherov K. T., Rakishev A. K., Musayev M. M., Donenbayev B. S.** Qiystyrushy adispen ondeude bettin mikropishinin qalyptastyru [Formation of microstructure in combined machining] – University Proceedings. Karaganda: Publishing house of KSTU, 2016, no. (63), p. 12–14.
- 3 **Sherov K. T., Hodzhibergenov D. T., Rakishev A. K., Musayev M. M.** Issledovanie deformacii srezaemogo sloja pri rotacionno-frikcionnoj obrabotke [Studying deformation of the cut-off layer in rotational and frictional machining] // Scientific periodical by materials of the XV All-Russian scientific and technical conference with the international participation «Mechanics to the 21st century» – Bratsk : FSBOU VPO publishing house, 2016. P. 22–24.
- 4 **Sherov K. T., Sikhimbayev M. R., Donenbayev B. S., Rakishev A. K.** Mathematical modeling of thermofrictional milling process using Ansys WB software// Journal of Theoretical and Applied Mechanics, Sofia, Vol. 47 No. 2 (2017) pp. 24–33.
- 5 **Atanasovska I.** Finite element model for stress analysis and nonlinear contact analysis of helical gears/Nikolić-Stanojlović V., Dimitrijević D., Momčilović D., - Scientific Technical Review (Serbia J.) LVIX. – 2009. – P. 61–68.
- 6 **Zbiciak M., Grabowik C., Janik W.** An automation of design and modelling tasks in NX Siemens environment with original software – generator module// IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering doi:10.1088/1757-899X/95/1/012117
- 7 **Goncharov P. S., Artamonov I. A., Halitov T. F., Denisihin S. V., Sotnik D. E.** NX Advanced Simulation. Engineering Analysis : Tutorial. – М. : DMK Press, 2012. – 504 p.
- 8 **Смагулова А. С., Кияшова А. М.** Расчёт зубчатых передач с применением конечно-элементного анализа в рамках пакета ANSYS WB // Наука и техника Казахстана – 2018. – № 3 – С. 39–47
- 9 **Goncharov P. S.** NX for the designer-mechanical engineer. (UG Manual NX6) 2010. – 504p.
- 10 ANSYS Modeling and Meshing Guide. USA: ANSYS, A. W. 11.0, Inc., 2006
- 11 **Kamenev S. V.** Osnovy modelirovaniya mashinostroitel'nyh izdelij v avtomatizirovannoj sisteme Siemens NX 10// Orenburg: University, 2015. – 166 p.
- 12 **Kasenov A. Zh., Zhanbulatova L. D., Aidarkhanov D. A.** Applications in engineering // Наука и техника Казахстана – 2016. – № 3–4 – С. 75–81
- 13 **Goncharov P. S., Artamonov I. A., Halitov T. F., Denisihin S. V., Sotnik D. E.** NX Advanced Simulation// Practical guide. – М. : DMK Press, 2014. – 112 p.

Material received on 16.09.19.

***Ракишев Асет Каргулович***

PhD, аға оқытушы, «Технологиялық жабдықтар, машинажасау және стандарттау» кафедрасы, Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, Қарағанды қ., 100027, Қазақстан Республикасы, e-mail: r\_asset@mail.ru.

***Шеров Карибек Тогаевич***

т.ғ.д, профессор, «Технологиялық жабдықтар, машинажасау және стандарттау» кафедрасы, Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, Қарағанды қ., 100027, Қазақстан Республикасы, e-mail: shkt1965@mail.ru.

***Доненбаев Бахытжан Серикович***

PhD, аға оқытушы, «Механика» кафедрасы, Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, Қарағанды қ., 100027, Қазақстан Республикасы, e-mail: bahytshan09@mail.ru.

***Совет Нурланат Әділетұлы***

магистрант, «Технологиялық жабдықтар, машинажасау және стандарттау» кафедрасы, Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, Қарағанды қ., 100027, Қазақстан Республикасы, e-mail: nurlanat.sovet@mail.ru.

Материал баспаға 16.09.19.түсті.

**NX CAE бағдарламасында ротациялық-фрикциялық құралдың негізгі бөлшектерінің қатаңдығын зерттеу**

*Ротациялық-фрикциялық құралдың құрылымдық есептік талдауы өткізілді. Талдау барысында құралдың негізгі бөлшектерінің кернеулі деформациялық күйі анықталды, NX CAE бағдарламалық кешенінің қолданылуымен есептеу жолдары көрсетілді.*

*Ұсынылып отырған мақалада бағдарламаның көмегімен үлгіленген құралдың жүктеу кезіндегі механикалық әрекеттерін зерттеуге ден қойылған. Аталмыш жағдай мәжбүрлі айналдырылатын кескіші бар ротациялық-фрикциялық құралдың кесу процесіндегі қатаңдығына қарасты.*

*Есептеу нәтижесінде құралдың негізгі бөліктері үшін Вон-Мизес кернеуі анықталды. NX CAE бағдарламасында енгізілген талдаудың санақтық әдістері зерттеудің эмпирикалық әдістерімен салыстырғанда кішкентай айырмашылықтарды көрсетеді.*

*Кілтті сөздер: құрылым қатаңдығы, ротациялық-фрикциялық құрал, деформация, кернеу, шекті элементер әдісі, NX CAE.*

***Ракишев Асет Каргулович***

PhD, ст. преподаватель, кафедра «Технологическое оборудование, машиностроение и стандартизация»,  
Карагандинский государственный технический университет,  
г. Караганда, 100027, Республика Казахстан,  
e-mail: r\_asset@mail.ru.

***Шеров Карибек Тогаевич***

д.т.н., профессор, кафедра «Технологическое оборудование, машиностроение и стандартизация»,  
Карагандинский государственный технический университет,  
г. Караганда, 100027, Республика Казахстан,  
e-mail: shkt1965@mail.ru.

***Доненбаев Бахытжан Серикович***

PhD, ст. преподаватель, кафедра «Механика»,  
Карагандинский государственный технический университет,  
г. Караганда, 100027, Республика Казахстан,  
e-mail: bahytshan09@mail.ru.

***Совет Нурланат Әділетұлы***

магистрант, кафедра «Технологическое оборудование, машиностроение и стандартизация»,  
Карагандинский государственный технический университет,  
г. Караганда, 100027, Республика Казахстан,  
e-mail: nurlanat.sovet@mail.ru.

### **Исследование жесткости опорных частей ротационно-фрикционного инструмента в NX CAE**

*Проведен расчетный анализ конструкции ротационно-фрикционного инструмента. В процессе анализа было определено напряженно-деформированное состояние элементов инструмента, представлен метод решения с применением программного комплекса NX CAE.*

*В этой статье основное внимание уделяется изучению механического поведения инструмента при моделировании нагрузки, которая появляется при процессе резания, определению жесткости ротационно-фрикционного инструмента с самовращающимся чашечным резцом.*

*В результате расчетов найдены напряжения по Вон-Мизесу опорных элементов инструмента. Численные методы анализа, заложенные в программе NX CAE, дают несущественные расхождения по сравнению с эмпирическими методами исследований.*

*Ключевые слова: жесткость конструкции, ротационно-фрикционный инструмент, деформация, напряжение, метод конечных элементов, NX CAE.*

SRSTI 6701.37

**Tulebekova Assel**

PhD, Associated Professor, Department of Architecture and Civil Engineering, L. N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, 010008, Republic of Kazakhstan, e-mail: krasavka5@mail.ru

**Aldungarova Aliya**

PhD, Associated Professor, Department of Architecture and Civil Engineering, S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: liya\_1479@mail.ru

**Zhankina Aizhan**

PhD student, Department of Architecture and Civil Engineering, L. N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, 010008, Republic of Kazakhstan, e-mail: zhankina\_aizhan@mail.ru

**THE CURRENT STATE OF TECHNICAL REGULATION IN CONSTRUCTION**

*The paper considers the necessities related to improvement of the outdated rating methods, standardization, conformity assessment, supervision and control that do not comply with the conditions of modern market economy and needs of the construction industry participants. The reform of the system of technical regulation in the construction industry was approved in many other countries. The main principles and approaches for reforming of the technical regulation within the construction industry are considered as well. The research presented the recommendations for modernization normative base in construction.*

*Keywords: standard, regulation, construction, modernization, normative base, model*

INTRODUCTION

The establishment of effectively functioning technical regulation system for quality and safety of goods (works, services) and environment is a task of current concern for many states due to several reasons. Firstly, the technical regulation is oriented to ensure the inflow of safe goods into the consumer's market. It comes through development, approval and control over the obligatory technical assignments, issued by the state and addressed to manufacturers (executors, sellers). Secondly, such regulation is a part (one of the forms) of the state regulation over economics as it implies the fulfillment of the state's task-specific influence on activities of the market participants engaged in production and sales of goods (works, services). And in this regard the technical regulation is associated with the issue of limits of state's influence on economics. Also, the «successful» system of the technical regulation applicable within the state speaks for the advanced positions of the state in the world market of goods (works, services), indicates its technological predominance.

The reform concept of the technical regulation system within the construction industry was approved by the Government of the Republic of Kazakhstan, as well as in many other countries.



The analysis of the technical regulation in other countries allows using the experience for the further refinement of the system.

#### MAIN ASPECT OF TECHNICAL REGULATION

The Law of the Republic of Kazakhstan «On the technical regulation» is the main element in the suggested Model of the technical regulation of the Republic of Kazakhstan and represents the concept of strategy of the Model of the technical regulation [1-3].

The main objectives and principles of technical regulation.

The main objectives of technical regulation are: in the area of mandatory regulation: ensuring the safety of products, processes for human life and health and the environment, including plant and animal life; national security; prevention of actions that mislead consumers regarding the safety and quality of products and services; elimination of technical barriers to trade; in the field of standardization: increasing the competitiveness of domestic products; saving natural and energy resources.

Technical regulation is based on the principles of:

- the unity and integrity of the state system of technical regulation;
- the use of common terminology, rules for establishing requirements for products, services, processes;
- the feasibility and achievability of the objectives of technical regulation, ensuring equal opportunities for participation in the processes of technical regulation, the balance of interests of the state and stakeholders;
- equality of requirements for domestic and imported products, services and procedures for confirming their compliance with established requirements;
- priority use of achievements of science and technology, standards international and regional organizations in the development of technical regulations and standards;
- compliance of the requirements of technical regulations with the level of economic development, material and technical base, and scientific and technical development of the state;
- availability of technical regulations, standards and information about them, on the procedure for their development, approval, publication, with the exception of information constituting state secrets and other secrets protected by law;
- voluntary choice of standards for the purpose of their application;
- a unified system and rules of conformity assessment;
- the inadmissibility of combining one authority authority for accreditation and confirmation of compliance;
- incompatibility of functions of state control and confirmation of compliance in one state body;
- independence of conformity assessment bodies from manufacturers (performers), sellers and buyers;
- the inadmissibility of restricting competition in the work on confirmation matching.
- The main ideas of the reforming, reflected in the law, are as follows:

- development of a transparent two-level structure: obligatory normative legal acts in the field of technical regulation and voluntary standards and other normative documents;
- safety is the priority of the State system of the technical regulation;
- normative legal acts in the field of technical regulation will contain a comprehensive list of state requirements to one or another type of activity and will have a status of a direct effect.

#### NORMATIVE DOCUMENTS ON STANDARDIZATION OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

The normative documents on standardization, which operate in the territory of the Republic of Kazakhstan include: international standards; regional standards and classifiers of technical and economic information, rules and recommendations for standardization; national standards and classifiers of technical and economic information of the Republic of Kazakhstan; standards of organizations; recommendations on the standardization of the Republic of Kazakhstan; standards of foreign states, standards of organizations, classifiers of technical and economic information, rules, regulations and recommendations for the standardization of foreign states; non-governmental standard; the standard of the consortium; preliminary national standard.

The distribution of official publications of the normative documents on standardization referred to in this article, with the exception of the organization standards, consortium standards and military standards for goods (products), military and dual-use services and services, is carried out by standardization organizations whose main activity is the development of normative documents on standardization, participation in the work of international organizations on standardization and interaction with foreign organizations, in the manner specified authorized body [4].

National standards are mandatory if the laws of the Republic of Kazakhstan or technical regulations contain instructions on this. National standards are divided into:

- 1) fundamental standards that establish the general organizational and methodological provisions of the state system of technical regulation;
- 2) standards for products, services that establish requirements for homogeneous groups of products, services and, if necessary, for a specific product or service;
- 3) process standards;
- 4) standards for control methods of products, services, processes;
- 5) military standards for goods (products), work and services for military and dual use.

Fundamental national standards are developed by the authorized body and state bodies within their competence, as well as standardization organizations, whose main activity is the development of normative documents on standardization, participation in the work of international standardization organizations and interaction with foreign organizations. Standards of foreign states, international organizations are used as the basis for the development of national standards, in whole or in part, except when these standards are ineffective or inappropriate to achieve goals.

National standards may establish [5]: the necessary requirements for the safety of products, processes that ensure compliance with the requirements established by technical regulations; requirements for the classification of products, services; indicators of unification, compatibility and interchangeability of products; terms and definitions;

performance indicators, including consumer properties and product characteristics, services, determining their level of quality; the rules for acceptance, packaging, labeling, transportation, storage, disposal and destruction; quality and safety test methods; requirements for the conservation and rational use of all types of resources;

requirements for the organization of production, ensuring the implementation of management systems; provisions of an organizational and methodological nature for a specific field of activity, as well as general technical norms and rules.

National standards are applied equally regardless of the place of origin of products, services. Preliminary national standards shall not contradict the requirements established by the legislation of the Republic of Kazakhstan in the field of technical regulation.

The quality indicators established in preliminary national standards should not be lower than those established by national and regional standards.

Preliminary national standards should not duplicate national and regional standards.

Non-governmental standards and consortium standards shall be developed for the purposes provided for Law. The quality indicators established in non-governmental standards and consortium standards should not be lower than those established by national, regional and international standards. Non-governmental standards should not duplicate national, regional and international standards and should be accessible to a wide range of consumers. The order of development, approval, accounting, modification, cancellation, registration, designation, publication of standards of the consortium is determined by the consortium.

It is prohibited to finance the development of non-governmental standards at the expense of the republican or local budgets.

Standards of organizations are developed and approved by organizations independently for technical regulation facilities used within organizations, including for component parts of products, terminology, acceptance and control system, tooling, tools, and management of activities in organizations within the framework of a management system and putting on production, and are not subject to accounting and registration in the authorized body. Standards of organizations that establish safety requirements must not contradict the requirements of technical regulations and standards harmonized with them.

Standards of organizations do not apply to release products into circulation on the market.

#### EXPERIENCE OF TECHNICAL REGULATION IN EUROPE

When considering technical regulation within the framework of the European Union, it should be remembered that the EU is not a federative or confederative state in the classical understanding of these forms of government. Accordingly, the classical legal doctrines, principles, concepts, mechanisms and instruments of state administration, traditionally applied in federal and confederal states, are not applicable in the conditions of the European Union. The European Union is a political and economic alliance of sovereign states, each of which has its own legal system, legislation, mechanisms and

instruments for applying this legislation on its territory. Despite the common goals and principles of technical regulation and standardization, they continue to be very unique and unharmonized with the conditions of their fellows in the Union.

The first level – Union, supranational – includes the European Union policy in the field of technical regulation and standardization, legislative acts issued by the central authorities of the European Union, European standards and principles and mechanisms of supervision, control and assessment of regulatory compliance arising from normative acts and standards, which are applicable to all EU member states and its foreign trade partners. The second level of technical regulation and standardization - national, within the bounds of a single European country – includes national legislation and standards, national practice of supervision and control over compliance with the requirements of national and national laws, norms, rules and standards and the national system for assessing and confirming regulatory compliance of technical regulation objects.

Technical regulation at the level of the European Union serves three main objectives: the creation of a single economic space within the Union, where products, services, labor and capital are free to move;

ensuring the safety of products and services for consumers and the environment;  
protecting the interests of consumers.

At the heart of the first aim of technical regulation is the desire of the member countries of the European Union to ensure freedom of international trade and the elimination of technical barriers to trade. The second aim is caused by the need to create conditions that do not allow products and services to the domestic markets of the members of the European Union that may pose a threat to the life and health of people and harm the environment. The third aim is social, it is an expression of the function of the state as a tool to protect the interests of the most vulnerable party in a market economy. The European Union's approach to achieving the objectives of technical regulation is based on the following ideas: Mutual recognition of non-harmonized product requirements. This approach recognizes the fact that the members of the Union are far from a state of complete harmonization with each other. Accordingly, the need for members of the Union to be recognized as acceptable for use in their domestic markets of products manufactured in the EU, even in cases where it does not meet the requirements of national technical regulations and standards, is provided for. The exception to the principle of recognizing non-harmonized product requirements is only those aspects that relate to risks to life, health and the environment [6, 7].

Newly developed technical regulations and standards should not create new barriers to trade. Before the introduction of national regulations and standards, a “quarantine period” is provided, allowing the European Commission, together with representatives of national authorities and national standards organizations, to assess the risk of new barriers to trade and to take timely measures to prevent their occurrence.

Technical harmonization of old approaches with new approaches. Legislation must ensure that, within reasonable limits, the previously released products comply with the new technical requirements. This approach allows the authorities responsible for ensuring the safety of technical regulation facilities to take measures to eliminate

previously released products from the market that pose a threat to life, health and the environment. It is assumed that all manufacturers adhering to the relevant harmonized standards comply with the provisions of the relevant European Union directive. This approach also ensures the mutual recognition of product certification systems and the results of assessment and confirmation of conformity resulting from their accreditation. The policy of the European Union in the field of technical regulation is reflected in the complex of activities that have received the name of the New and Global Approach. The concept of the New Approach to Technical Harmonization and Standardization, formulated in 1985, provides for the formation of a pan-European regulatory framework in the field of product safety through the harmonization of national legislations of EU member states and the widespread use of European standards developed by collective efforts of the Union members. The peculiarity of the New Approach is the clear separation of functions between the legislators of the European Union and the developers of technical norms and standards based on business cooperation between supranational authorities and European standards organizations. The New Approach is based on a performance-based approach to technical regulation, where the regulated subject is given the freedom to choose the means to ensure regulatory compliance, accompanied by the need to present weighty evidence of compliance. Adopted in 1989, the Global Approach develops the principles of the New Approach in assessing and confirming the compliance of products with these requirements [8, 9].

Analysis of foreign and domestic experience in conformity assessment (CA) showed that there are still problems in this area, so the question of difficulties for entrepreneurs due to CA burden was raised in the WTO.

Table 1 presents a comparison of the legal basis of the subjects of some national technical regulation systems. To comply with the principles of the WTO in Kazakhstan, a new State system of Technical Regulation of the Republic of Kazakhstan was formed. The structure of the Kazakhstan Model of technical regulation is a combination of state bodies, individuals and legal entities carrying out work in the field of technical regulation within its competence, as well as regulatory legal acts and standards [10].

Table 1 – Comparison of the legal basis of the subjects of national technical regulation systems taking into account the transformation of the structure of the State System of Technical Regulation of the Republic of Kazakhstan

European system of technical regulation (Slovakia, Belgium) Legal reform in the field of technical regulation is carried out by the Government	State system of technical regulation of the Russian Federation Legal reform in the field of technical regulation is carried out by the Government	State system of technical regulation of the Republic of Kazakhstan Legal reform in the field of technical regulation is carried out by the Government of the Republic of Kazakhstan
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Sectorial coordination in the field of technical regulation is carried out by the authorized body</p> <p>The accreditation body deals with accreditation issues.</p> <p>State control over compliance with the requirements of the TR for state bodies within the competence</p> <p>The development of TR is authorized to carry out recognized technical committees on standardization.</p> <p>Standards development is competent to carry out technical committees on standardization.</p>	<p>For intersect oral coordination of work in the field of technical regulation, an authorized body has been created that is authorized to develop NLAs and approve a standard harmonized with NLAs</p> <p>Accreditation issues in several bodies</p> <p>State control over compliance with the requirements of the TR for state bodies within the competence</p> <p>The development of TR is authorized to carry out scientific research institutes defined by the authorized body</p> <p>Standards development is competent to carry out technical committees on standardization.</p>	<p>For intersect oral coordination of work in the field of technical regulation, an authorized body has been created that is authorized to develop NLAs and approve a standard harmonized with NLAs</p> <p>Accreditation issues in authorized body</p> <p>State control over compliance with the requirements of regulatory legal acts in the field of technical regulation of public authorities within the competence</p> <p>State authorities establish expert councils on technical regulation competent to develop a specific regulatory legal act.</p> <p>Standards development is competent to carry out technical committees on standardization.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>There is an information center</p>	<p>There is an information center</p>	<p>A single information center has been created to notify WTO member countries about the development of regulatory legal acts, conformity assessment procedures, etc. Any legal entity has the right to participate in the preparation of regulatory legal acts in the field of TR and to submit to the state body, whose competence includes objects to which the NLA applies for consideration. Legal entities have the right to declare products.</p>
---------------------------------------	---------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### CONCLUSION

Countries in different parts of the world enter into trade and economic relations and harmonize their national systems of technical regulation to achieve unobstructed promotion and use of capital, labor forces, products, etc. At the same time the integration processes caused the necessity to implement a coordinated policy and setting of unified principles for technical regulation. The construction branch in the Republic of Kazakhstan is regulated by the Law of the Republic of Kazakhstan «On architectural, urban planning and construction activities» and the Law of the Republic of Kazakhstan «On technical regulation», as well as other normative legal acts. The technical regulation, or in other words the normative-technical regulation is an integral component of legal regulation system as within the entrepreneurial business, so as in other parts of economical and social life of the society.

Transition to parametric model in all system components of technical regulation within construction industry (normative base, supervision and control, compliance assessment system), taking into account the advanced foreign experience and national features. The Construction norms (SN) contain objectives of normative requirements, developing and specifying the basic requirements of the Technical Regulations, functional and performance requirements. Codes (SP) – are the acceptable voluntarily applicable decisions, acting as an approved instrument for construction solutions. Thereby the structure of SNs significantly simplifies and reduces the expenses for keeping them up to date, since socially significant targets and functionality are fundamentals and do not require frequent revision and modifica-

tion. The codes may be timely updated considering new achievements in the construction industry. Construction norms of Kazakhstan should contain minimum requirements for health and environment protection, assurance of people safety and should not be burdened by any other targets creating barriers and also increasing the cost of construction within the method of acceptable solutions. All innovation solutions, including utility systems, may be implemented within the method of acceptable solutions.

The alternative solutions assessment procedures should be comprehensible, transparent and predictable [2]. It is needed in the whole: to create a variety of implementation forms for the technical regulation principles, including the free choice of the observance instruments for construction legislation, to arrange the update of national standards based on the native scientific researches and innovations.

The analysis results should be used during the further development of the technical regulation system in Kazakhstan (standards harmonization).

## REFERENCES

- 1 Закон Республики Казахстан «О стандартизации и сертификации», 2003 г.
- 2 Закон Республики Казахстан «О техническом регулировании», № 603–II (с изменениями и дополнениями по состоянию на 24.05.2018 г.)
- 3 **Tuleubayev S., Iskakova D. A.** Certification – a pledge of prosperity and our quality of life // Наука и техника Казахстана – 2014. – №3–4 – С. 101–103
- 4 **Тулбекова А. С.** Особенности европейских и казахстанских строительных норм проектирования // Вестник. Серия техническая. – Астана : ЕНУ, 2011. – № 6 (85). – С. 152–158
- 5 Доклад по сближению (гармонизации) положений основополагающих нормативных документов – Доклад Министерства Регионального Развития – Астана, 2012.
- 6 Диссертация Тулбековой А. С. Geotechnical specificity of international and traditional standards in pile testing. Диссертация на соискание академической степени доктора философии (Ph.D.). – Астана, 2012
- 7 **Аскаров Е. С.** Новая версия стандарта СТ РК ISO/IEC 17025:2018 – проблемы перехода // Наука и техника Казахстана – 2019. – № 2 – С. 28–35
- 8 Хасенов С. С., Наурузбаев К. А. Перспективы внедрения новых Строительных Норм и Правил (Еврокоды) в Республике Казахстан. КазНТУ им. К. И. Сатпаева, ИАиС, г. Алматы Вестник КазГАСА. – 2011. – № 3–4(41–42). – С. 102–105
- 9 Техническое регулирование в строительстве. Аналитический обзор мирового опыта. Серых А., Чикаго : SNIP 2010. – 889 с.
- 10 **Кусаинов А. К.** «Стандартизация в РК», Астана, 152 с.

Material received on 16.09.19.



**Тулбекова Асель Сериковна**

PhD, доцент, Сәулет-Құрылыс факультеті,  
«Фимараттар мен имараттарды жобалау» кафедрасы,  
Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,  
Нұр-Сұлтан қ., 010008, Қазақстан Республикасы,  
e-mail: krasavka5@mail.ru

**Алдунгарова Алия Кайратовна**

PhD, қауымд. профессор (доцент),  
Сәулет-Құрылыс факультеті, «Сәулет және дизайн» кафедрасы,  
С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,  
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы,  
e-mail: liya\_1479@mail.ru

**Жанкина Айжан**

докторант, Сәулет-құрылыс факультеті,  
«Фимараттар мен имараттарды жобалау» кафедрасы,  
Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,  
Нұр-сұлтан қ., 010008, Қазақстан Республикасы,  
e-mail: zhankina\_aizhan@mail.ru  
Материал баспаға 16.09.19.түсті.

**Құрылыстағы техникалық реттеу заманауи жағдайы**

*Мақалада қазіргі нарықтық экономиканың шарттарына және құрылыс саласына қатысушылардың қажеттіліктеріне сәйкес келмейтін бағалаудың, стандарттаудың, сәйкестікті бағалаудың, қадағалау мен бақылаудың ескірген әдістерін жетілдіруге байланысты мәселелер қарастырылады. Құрылыс саласындағы техникалық реттеу жүйесінің реформасы көптеген басқа елдерде де мақұлданды. Техникалық реттеуді реформалаудың негізгі қағидаттары мен тәсілдері қаралды. Құрылыстағы нормативтік базаны жаңғырту бойынша ұсынымдар берілген.*

*Кілтті сөздер: стандарт, реттеу, құрылыс, жаңғырту, нормативтік база, модель.*

**Тулбекова Асель Сериковна**

PhD, доцент, Архитектурно-Строительный факультет,  
кафедра «Проектирование зданий и сооружений»,  
Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева,  
г. Нур-Султан, 010008, Республика Казахстан,  
e-mail: krasavka5@mail.ru

**Алдунгарова Алия Кайратовна**

PhD, ассоц. профессор (доцент), Архитектурно-Строительный факультет,  
кафедра «Архитектура и дизайн»,  
Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова,  
г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан,  
e-mail: liya\_1479@mail.ru

**Жанкина Айжан**

докторант, Архитектурно-Строительный факультет,  
кафедра «Проектирование зданий и сооружений»,  
Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева,  
г. Нур-Султан, 010008, Республика Казахстан,  
e-mail: zhankina\_aizhan@mail.ru

Материал поступил в редакцию 16.09.19.

### **Современное состояние технического регулирования в строительстве**

*В статье рассматриваются вопросы, связанные с совершенствованием устаревших методов оценки, стандартизации, оценки соответствия, надзора и контроля, которые не соответствуют условиям современной рыночной экономики и потребностям участников строительной отрасли. Реформа системы технического регулирования в строительной отрасли была одобрена и во многих других странах. Рассмотрены основные принципы и подходы реформирования технического регулирования. Представлены рекомендации по модернизации нормативной базы в строительстве.*

*Ключевые слова: стандарт, регулирование, строительство, модернизация, нормативная база, модель.*

**Жунусов Аблай Каиртасович**

к.т.н., профессор, кафедра «Металлургия», Факультет металлургии, машиностроения и транспорта, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: zhunusov\_ab@mail.ru.

**Быков Петр Олегович**

к.т.н., профессор, кафедра «Металлургия», Факультет металлургии, машиностроения и транспорта, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: bykov\_petr@mail.ru.

**Касимгазинов Асет Давлетович**

магистр, заместитель технического директора, ТОО «Казахалтын», г. Степногорск, 021500, Республика Казахстан, e-mail: assetteh@mail.ru

**Тоқтар Даурен**

магистрант, кафедра «Металлургия», Факультет металлургии, машиностроения и транспорта, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: dauren-toktar@mail.ru

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА СТАЛЬНЫХ ПОМОЛЬНЫХ ШАРОВ V ГРУППЫ ТВЕРДОСТИ В УСЛОВИЯХ ПФ ТОО «КАСТИНГ»**

*В статье описаны исследования по производству сортового проката в условиях ПФ ТОО «Кастинг».*

*Физическим и математическим моделированием путем регрессионного анализа разработана методика определения необходимого содержания хрома для получения шаров 5 группы твердости различного диаметра с заданной твердостью поверхности.*

*Ключевые слова: строительные материалы, отходы, шлак, сталь, металлургия.*

**ВВЕДЕНИЕ**

Программа развития конкурентоспособности Павлодарской области до 2030 года предусматривает дальнейшее развитие производства изделий из стали (помольных шаров, строительной арматуры и т.п.) на базе Павлодарских металлургических предприятий и в первую очередь в ПФ ТОО «Кастинг» и ТОО «KSP Steel» [1, 2].

Развитая в Казахстане и макрорегионе горнорудная промышленность обеспечивает большой спрос на помольные шары [3–5].

Выпуск стальных помольных шаров в ПФ ТОО «Кастинг» осуществляется в соответствии с СТ ТОО 010541005838-002-2015 – Шары стальные катаные. Для производства катанных помольных шаров предприятием разработаны собственные химические составы экономнолегированной стали, в которой основным легирующим элементом являются хром [6, 7]. Это позволяет удерживать

низкую себестоимость производства катанных шаров и обеспечивает лидирующие позиции на рынке макрорегиона.

При этом специфика влияния легирующих элементов на механические и служебные свойства катанных шаров разного диаметра изучена недостаточно, что требует проведения дальнейших исследований.

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В условиях ПФ ТОО «Кастинг» были произведены шары катанные диаметром 35 и 80 мм из стали легированной различным количеством хромом. Химический состав стали приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Марки и химический состав стали

Марка стали	Химический состав, %							
	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu
Ш5 (для d35 мм)	0,57–0,62	0,9–1,05	0,27–0,35	≤0,025	≤0,025	≤0,4	≤0,4	≤0,4
Ш5 (для d80 мм)	0,58–0,63	0,9–1,05	0,27–0,37	≤0,02	≤0,02	0,50-0,58	≤0,4	≤0,4

Для обоих этапов экспериментов процесс производства состоял из нескольких этапов: выплавки стали в дуговых сталеплавильных печах емкостью 25 тонн с доводкой на агрегате ковш-печь, далее сталь разливалась на МНЛЗ с получением квадрата сечением 150 мм.

Прокатка НЛЗ на среднесортном стане ССС-500 включает следующие операции: нагрев заготовки до 1100 °С; получение подката на стане ССС-500.

Далее подкат идет в печь нагрева ШПС. После выдачи из печи заготовка по рольгангу перемещается к механизму раскручивания заготовки, которые в дальнейшем направляет вращающуюся заготовку в рабочую клеть.

В рабочей клетке методом поперечно-винтовой прокатки получают шары катаные.

После выхода из клетки шары перемещаются по наклонному желобу в ковшевой элеватор стола охлаждения. На столе охлаждения шары остужаются до требуемой температуры. После стола охлаждения шары поступают в узел термической обработки на закалку до температуры самоотпуска.

Из узла термической обработки шары падают на приемную решетку, затем в короб. ОТК проверяет геометрические размеры шара, качество поверхности с периодичностью не реже одного раза в 30 минут.

Термическая обработка осуществлялась при следующих параметрах:

- 1 Температура зоны выдержки при прокатке: 1160–1170 °С;
- 2 Скорость прокатки: 1,18 м/сек;
- 3 Температура остуживания шаров: 800–810 °С;
- 4 Температура охлаждающей воды: 25–28 °С;
- 5 Обороты электродвигателя шнека: 515–523 об/мин;

6 Температура самоотпуска шаров: 180–200 °С.

По результатам прокатки при измерении коэрцетивной силы в шарах, показатели составили 57–61 единиц.

По результатом прокатки и термообработки методом случайной выборки от каждой плавки отобрана партия из пяти шаров и проведены замеры твердости.

Данные по химическому составу плавок приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав стали экспериментальных плавок

Номер плавок	Химический состав, %							
	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu
Диаметр 35 мм								
3132996	0,57	1,01	0,27	0,029	0,015	0,41	0,15	0,14
3132997	0,62	0,97	0,31	0,021	0,02	0,38	0,1	0,16
2131410	0,56	0,9	0,29	0,005	0,021	0,34	0,1	0,16
3133078	0,62	0,92	0,34	0,025	0,011	0,35	0,1	0,16
2131497	0,60	0,9	0,27	0,03	0,008	0,37	0,12	0,16
2131494	0,62	0,91	0,33	0,021	0,016	0,39	0,1	0,16
2131489	0,61	0,98	0,27	0,018	0,009	0,34	0,1	0,17
Диаметр 80 мм								
3151668	0,56	1,16	0,22	0,031	0,021	0,55	0,3	0,19
3151669	0,57	1,15	0,23	0,028	0,019	0,56	0,23	0,18
3151670	0,56	1,17	0,21	0,030	0,020	0,54	0,28	0,19

Данные по температуре и твердости приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Твердость шаров 5 группы твердости

Номер плавок	Температура охлаждающей воды, °С	Твердость на поверхности, HRC	Твердость на глубине радиуса, HRC
Диаметр 35 мм			
3132996	33–36	55,3	54
3132997	29–32	58,5	51,5
2131410	25–28	62,5	58,5
3133078	25–28	62,5	59,5
2131497	25–28	62,5	59,5
2131494	25–28	63,5	60
2131489	25–28	63,5	57,5
Диаметр 80 мм			
3151668	25–28	58,0	50,0
3151669	25–28	58,5	50,5
3151670	25–28	57,6	50,1

Показатели твердости во всех экспериментальных плавках соответствовали требованиям СТ ТОО 010541005838-002-2015.

В работе были проведены микроструктурные исследования полученных помольных шаров. Металлографические исследования проводились по стандартным для металловедения методикам [8, 9]. Были отобраны образцы стальных шаров катаных диаметром 35 и 80 мм.

Микроструктура шара представлена следующими структурными составляющими:

на поверхности шара: крупноигльчатый мартенсит + остаточный аустенит, твердость 59–61 HRC (рисунок 1);

на глубине  $1/2 R$  шара: крупноигльчатый мартенсит + остаточный аустенит в ликвационных зонах, твердость 58–59 HRC (рисунок 2);

в сердцевине шара: крупноигльчатый мартенсит + остаточный аустенит в ликвационных зонах + незначительные выделения игльчатого феррита по границе зерна, твердость 58,5–59 HRC (рисунок 3).



Рисунок 1 – Микроструктура на поверхности стального шара,  $\times 1000$



Рисунок 2 – Микроструктура на глубине  $1/2$  стального шара,  $\times 1000$



Рисунок 3 – Микроструктура сердцевины стального шара,  $\times 1000$

## ВЫВОДЫ

По результатам проведённых промышленных испытаний в условиях ПФ ТОО «Кастинг» получены шары Ø 35 и 80 мм 5 группы твердости с характеристиками, соответствующими требованиям СТ ТОО 010541005838-002-2015.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Государственная программа индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2015–2019 годы, утвержденная Указом Президента РК от 1 августа 2014 года № 874.

2 Обзор рынка стальных помольных шаров в России и прогноз его развития в условиях финансового кризиса. – М. : Инфолайн – Исследовательская группа (объединение независимых экспертов в области минеральных ресурсов, металлургии и химической промышленности), 2009. – 168 с.

3 [http://satu.kz/p15195522-shary-pomolnye-melyuschie.html#description\\_block](http://satu.kz/p15195522-shary-pomolnye-melyuschie.html#description_block)

4 [http://tiu.ru/Pomolnye-shary.html?no\\_redirect=1](http://tiu.ru/Pomolnye-shary.html?no_redirect=1)

5 **Коржова Р. В.** Сырьевая база и обогащение руд. Учеб. пособие / Р. В. Коржова. В 2-ух частях: Ч. 2 Технология обогащения руд. – М. : МИСиС, 2012. – 67 с.

6 **Воскобойников В. Г.** Общая металлургия: учебник для вузов. – 6-е изд., перераб и доп. / В. Г. Воскобойников, В. А. Кудрин, А. М. Якушев. – М. : ИКЦ «Академкнига», 2005. – 768 с.

7 **Быков П. О., Касимгазинов А. Д.** Исследование и апробация технологии получения катаных помольных шаров 5 группы твердости в условиях ПФ ТОО «Кастинг» // Наука и техника Казахстана. – 2018. – № 1. – С. 31–41.

8 **Беккерт М., Клемм Х.** Способы металлографического травления: Справочное издание / М. Беккерт, Х. Клемм : пер. с нем. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Металлургия, 1988. – 400 с.

9 **Ташенов С. Ж., Тугумов К. К., Ерёменко А. С., Жидкова А. И., Кулумбаев Н. К.** Подготовка металлографических шлифов к исследованию микроструктуры // Наука и техника Казахстана. – 2014. – № 3–4. – С. 66–69.

Материал поступил в редакцию 16.09.19.

**Жунусов Аблай Каиртасович**

т.ғ.к., профессор, «Металлургия» кафедрасы,  
Металлургия, машина жасау және көлік факультеті,  
С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,  
Павлодар, 140008, Қазақстан Республикасы,  
e-mail: zhunusov\_ab@mail.ru.

**Быков Петр Олегович**

т.ғ.к., профессор, «Металлургия» кафедрасы,  
Металлургия, машина жасау және көлік факультеті,

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,  
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы,  
e-mail: bykov\_petr@mail.ru.

***Касимгазинов Әсет Давлетович***

магистр, ЖШС «Қазақалтын» техникалық  
директорының орынбасары,  
Степногорск қ., 021500, Қазақстан Республикасы,  
e-mail: assetteh@mail.ru.

***Тоқтар Даурен***

магистрант, «Металлургия» кафедрасы,  
Металлургия, машина жасау және көлік факультеті,  
С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,  
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы,  
e-mail: dauren-toktar@mail.ru.  
Материал баспаға 16.09.19.түсті.

**«Кастинг» ЖШС ПФ жағдайында қаттылығы V топтағы  
болат ұнтақтау шарларын өндіру технологиясын жетілдіру**

*Мақалада «Кастинг» ЖШС ПФ жағдайында сорттық прокат өндіру бойынша зерттеулер сипатталған.*

*Регрессиялық талдау жолымен физикалық және математикалық үлгілеумен берілген бетінің қаттылығы бар әр түрлі диаметрлі қаттылық 5 топтағы шарларды алу үшін хромның қажетті құрамын анықтау әдістемесі әзірленді.*

*Кілтті сөздер: құрылыс материалдары, қалдықтар, қож, болат, металлургия*

***Zhunusov Abylay Kairtassovich***

Candidate of Technical Sciences, Professor,  
Department of Metallurgy, Faculty of Metallurgy,  
Mechanical Engineering and Transport,  
S. Toraighyrov Pavlodar state University,  
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan,  
e-mail: zhunusov\_ab@mail.ru.

***Bykov Petr Olegovich***

Candidate of Technical Sciences, Professor,  
Department of Metallurgy, Faculty of Metallurgy,  
Mechanical Engineering and Transport,  
S. Toraighyrov Pavlodar State University,  
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan,  
e-mail: bykov\_petr@mail.ru

***Kasimgazinov Asset Davletovich***

Master, deputy technical director, «Kazakhaltyn» LLP,  
Stepnogorsk, 021500, Republic of Kazakhstan,  
e-mail: assetteh@mail.ru



***Toktar Dauren***

undergraduate, Department of Metallurgy,  
Faculty of Metallurgy, Mechanical Engineering And Transport,  
S. Toraighyrov Pavlodar State University,  
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan,  
e-mail: dauren-toktar@mail.ru  
Material received on 16.09.19.

**Improvement of production technology of steel  
grinding balls of V hardness group in the conditions of PF LLP «Casting»**

*The article describes the research on the production of long products in the conditions of PF LLP «Casting».*

*Physical and mathematical modeling by regression analysis developed a technique for determining the necessary content of chromium to obtain balls of 5 hardness groups of different diameters with a given surface hardness.*

*Keywords: construction materials, waste, slag, steel, metallurgy.*

**Жунусов Аблай Каиртасович**

к.т.н., профессор, кафедра «Металлургия»,  
Факультет металлургии, машиностроения и транспорта,  
Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова,  
г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан,  
e-mail: zhunusov\_ab@mail.ru.

**Быков Петр Олегович**

к.т.н., профессор, кафедра «Металлургия»,  
Факультет металлургии, машиностроения и транспорта,  
Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова,  
г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан,  
e-mail: bykov\_petr@mail.ru.

**Касимгазинов Асет Давлетович**

магистр, заместитель технического директора, ТОО «Казахалтын»,  
г. Степногорск, 021500, Республика Казахстан,  
e-mail: assetteh@mail.ru

**Тоқтар Даурен**

магистрант, кафедра «Металлургия»,  
Факультет металлургии, машиностроения и транспорта,  
Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова,  
г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан,  
e-mail: dauren-toktar@mail.ru

**ВЛИЯНИЕ ХРОМА НА ТВЕРДОСТЬ ПОМОЛЬНЫХ ШАРОВ 5 ГРУППЫ  
ТВЕРДОСТИ, ПРОИЗВЕДЕННЫХ В УСЛОВИЯХ ПФ ТОО «КАСТИНГ»**

*В статье описаны исследования по производству сортового проката в условиях ПФ ТОО «Кастинг». Разработаны собственные химические составы экономнолегированной стали, в которой основным легирующим элементом являются хром, позволяет удерживать низкую себестоимость производства катанных шаров и обеспечивает лидирующие позиции на рынке макрорегиона.*

*Экспериментально установлено, что твердость на поверхности шара имеет более высокое значение для диаметра 35 мм при содержании хрома 0,39 %, для шаров диаметром 80 мм при содержании хрома 0,56 %.*

*Ключевые слова: строительные материалы, отходы, шлак, сталь, металлургия.*

**ВВЕДЕНИЕ**

Развитая в Казахстане и макрорегионе горнорудная промышленность обеспечивает большой спрос на помольные шары. В Казахстане старейшим и крупнейшим производителем стальных помольных шаров методом винтовой прокатки является ПФ ТОО «Кастинг». В последние годы появляются новые производители помольных шаров, например, ТОО «KSP Steel» и другие, которые увеличивают конкуренцию на рынке Казахстана и соседних регионов России [1–3].

Для производства катанных помольных шаров предприятием ПФ ТОО «Кастинг» разработаны собственные химические составы экономнолегированной стали, в которой основным легирующим элементом являются хром [4].

Это позволяет удерживать низкую себестоимость производства катанных шаров и обеспечивает лидирующие позиции на рынке макрорегиона.

При этом специфика влияния легирующих элементов на механические и служебные свойства катанных шаров разного диаметра изучена недостаточно, что требует проведения дальнейших исследований.

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В условиях ПФ ТОО «Кастинг» были произведены шары катанные диаметром 35 и 80 мм из стали легированной различным количеством хромом. Химический состав стали приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Марки и химический состав стали

Марка стали	Химический состав, %							
	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu
Ш5 (для d35 мм)	0,57–0,62	0,9–1,05	0,27–0,35	≤0,025	≤0,025	≤0,4	≤0,4	≤0,4
Ш5 (для d80 мм)	0,58–0,63	0,9–1,05	0,27–0,37	≤0,02	≤0,02	0,50–0,58	≤0,4	≤0,4

Для обоих этапов экспериментов процесс производства состоял из нескольких этапов с максимально близкими параметрами: выплавки стали в дуговых сталеплавильных печах емкостью 25 тонн с доводкой на агрегате ковш-печь, далее сталь разливалась на МНЛЗ с получением квадрата сечением 150 мм, после чего осуществлялся процесс прокатки на среднесортном стане ССС-500 с нагревом заготовки до 1100 °С и получении шара на шаропрокатном стане с дальнейшей закалкой до температуры самоотпуска [5-8].

Термическая обработка осуществлялась при следующих параметрах:

- 1 Температура зоны выдержки при прокатке: 1160–1170 °С;
- 2 Скорость прокатки: 1,18 м/сек;
- 3 Температура остуживания шаров: 800–810 °С;
- 4 Температура охлаждающей воды: 25–28 °С;
- 5 Обороты электродвигателя шнека: 515–523 об/мин;
- 6 Температура самоотпуска шаров: 180–200 °С.

По результатам прокатки при измерении коэрцетивной силы в шарах, показатели составили 57–61 единиц.

По результатом прокатки и термообработки методом случайной выборки от каждой плавки отобрана партия из пяти шаров и проведены замеры твердости.

Данные по химическому составу плавов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав стали экспериментальных плавков

Номер плавков	Химический состав, %							
	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu
Диаметр 35 мм								
3132996	0,57	1,01	0,27	0,029	0,015	0,41	0,15	0,14
3132997	0,62	0,97	0,31	0,021	0,02	0,38	0,1	0,16
2131410	0,56	0,9	0,29	0,005	0,021	0,34	0,1	0,16
3133078	0,62	0,92	0,34	0,025	0,011	0,35	0,1	0,16
2131497	0,60	0,9	0,27	0,03	0,008	0,37	0,12	0,16
2131494	0,62	0,91	0,33	0,021	0,016	0,39	0,1	0,16
2131489	0,61	0,98	0,27	0,018	0,009	0,34	0,1	0,17
Диаметр 80 мм								
3151668	0,56	1,16	0,22	0,031	0,021	0,55	0,3	0,19
3151669	0,57	1,15	0,23	0,028	0,019	0,56	0,23	0,18
3151670	0,56	1,17	0,21	0,030	0,020	0,54	0,28	0,19

Данные по температуре и твердости приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Твердость шаров 5 группы твердости

Номер плавков	Температура охлаждающей воды,	Твердость на поверхности,	Твердость на глубине
	°C	HRC	радиуса, HRC
Диаметр 35 мм			
3132996	33–36	55,3	54
3132997	29–32	58,5	51,5
2131410	25–28	62,5	58,5
3133078	25–28	62,5	59,5
2131497	25–28	62,5	59,5
2131494	25–28	63,5	60
2131489	25–28	63,5	57,5
Диаметр 80 мм			
3151668	25–28	58,0	50,0
3151669	25–28	58,5	50,5
3151670	25–28	57,6	50,1

Показатели твердости во всех экспериментальных плавках соответствовали требованиям СТ ТОО 010541005838-002-2015.

Для определения влияния хрома на твердость поверхности шара различного диаметра в работе был проведен регрессионный анализ [9, 10].

Параметром оптимизации (Y) являлась твердость на поверхности шара (HRC), параметрами варьирования являлись: содержание хрома (%)  $x_1$  и диаметр шара (мм)  $x_2$ .

Содержание хрома (%)  $x_1$  варьировалось в пределах 0,34–0,56, диаметр шара (мм)  $x_2$  варьировался в пределах 35–80 мм.

Остальные факторы принимались постоянными (содержание других химических элементов, режимы термической обработки и т.п.).

Из полученных данных видно, что твердость на поверхности шара имеет более высокое значение для шара диаметром 35 мм при содержании хрома 0,39 %, для шаров диаметром 80 мм при содержании хрома 0,56 %.

Обработка результатов экспериментов проводилась методом регрессионного анализа, в пакете прикладных программ Microsoft Office Excel.

Было получено уравнение регрессии в виде линейной зависимости типа:

$$Y = k_1x_1 + k_2x_2 + b \quad (1)$$

где  $b$  – свободный член уравнения;

$k_1$  и  $k_2$  – коэффициенты независимых переменных  $x_1$  и  $x_2$ ;

$x_1$  и  $x_2$  – независимые переменные уравнения.

Принимая содержание хрома (%) за  $x_1$  и диаметр шара (мм) за  $x_2$  получили уравнение регрессии для определения твердости на поверхности шара (HRC)

$$Y = 80,99 - 76,28x_1 + 0,24x_2 \quad (2)$$

Был определен коэффициент детерминации, который имеет значение  $R^2 = 0,69$ , что показывает на хорошую сходимость результатов.

Далее была проверена адекватность модели, рассчитан критерий Фишера и сверен с табличными данными. Расчетный критерий Фишера  $F_p = 0,42$ , что меньше  $F_{\text{табл}}$ . Таким образом, можно сделать вывод об адекватности модели.

Из уравнения регрессии видно, что вклад в твердость на поверхности шара (HRC) в целом вносит оба технологических фактора, но содержание хрома влияет более сильно в пределах экономнолегированных хромом сталей и номенклатуры диаметров производимых помольных шаров.

### ВЫВОДЫ

По результатам выполненных исследований можно сделать следующие выводы.

1) Физическим и математическим моделированием путем регрессионного анализа разработана методика определения необходимого содержания хрома для получения шаров 5 группы твердости различного диаметра с заданной твердостью поверхности.

2) Установлено, что твердость на поверхности шара имеет более высокое значение для диаметра 35 мм при содержании хрома 0,39 %, для шаров диаметром 80 мм при содержании хрома 0,56 %.

3) Регрессионным анализом в пакете прикладных программ Microsoft Office Excel получено уравнение регрессии для определения твердости на поверхности шара (HRC) в виде  $Y = 80,99 - 76,27x_1 + 0,24x_2$ , где содержание хрома (%) принято за  $x_1$  и диаметр шара (мм) за  $x_2$ .

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Государственная программа индустриально–инновационного развития Республики Казахстан на 2015–2019 годы, утвержденная Указом Президента РК от 1 августа 2014 года № 874.

2 Обзор рынка стальных помольных шаров в России и прогноз его развития в условиях финансового кризиса. – М. : Инфолайн – Исследовательская группа (объединение независимых экспертов в области минеральных ресурсов, металлургии и химической промышленности), 2009. – 168 с.

3 **Сержанов Р. И., Богомолов А. В.** Формирование прокатного производства в павлодарском регионе: проблемы и перспективы // Наука и техника Казахстана. – 2005. – № 3. – С. 128–134.

4 **Быков П. О., Касимгазинов А. Д.** Исследование и апробация технологии получения катаных помольных шаров 5 группы твердости в условиях ПФ ТОО «Кастинг» // Наука и техника Казахстана. – 2018. – № 1. – С. 31–41.

5 **Serzhanov R. I., Bykov P. O., Bogomolov A. V.** Device for modeling of rolling process for production of section, has two slide plates that are mounted inside crystallizer and are provided with opportunity to move two wedges of width equal to half of crystallizer width. Patent KZ23127-A4. Derwent Identification Number: 2019-36370M.

6 **Уманский А. А., Головатенко А. В., Темлянцев М. В., Осколкова Т. Н., Симачев А. С.** Исследование качественных характеристик помольных шаров при их производстве на стане винтовой прокатки // Металлург. – 2019. – № 6. – С. 43–46.

7 **Щукин А. Г., Сулова Е. М.** Исследование влияния параметров микроструктуры помольных шаров на их эксплуатационные характеристики // Наука и молодёжь: проблемы, поиски, решения. Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Новокузнецк, 14-16 мая 2019. – С. 134-138

8 **Жунусов А. К., Быков П. О., Касимгазинов А. Д., Токтар Д.** Совершенствование технологии производства стальных помольных шаров V группы твердости в условиях ПФ ТОО «Кастинг» // Наука и техника Казахстана. – 2019. – № 3. – С. 90–97.

9 **Дудак Н. С., Итыбаева Г. Т., Мусина Ж. К., Касенов А. Ж.** Методика планирования экспериментальных исследований при обработке новыми стержневыми инструментами // Вестник ПГУ. – 2007. – № 4 – С. 154–163

10 **Шамельханова Н. А.** Основы планирования эксперимента. – Алматы : КазНТУ, 2002. – 182 с.

Материал поступил в редакцию 16.09.19.

**Жунусов Аблай Каиртасович**

т.ғ.к., профессор, «Металлургия» кафедрасы,  
Металлургия, машина жасау және кәлік факультеті,  
С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,

Павлодар, 140008, Қазақстан Республикасы,  
e-mail: zhunusov\_ab@mail.ru.

**Быков Петр Олегович**

т.ғ.к., профессор, «Металлургия» кафедрасы,  
Металлургия, машина жасау және көлік факультеті,  
С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,  
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы,  
e-mail: bykov\_petr@mail.ru.

**Касимгазинов Әсет Давлетович**

магистр, ЖШС «Қазақалтын»,  
техникалық директорының орынбасары,  
Степногорск қ., 021500, Қазақстан Республикасы,  
e-mail: assetteh@mail.ru.

**Тоқтар Даурен**

магистрант, «Металлургия» кафедрасы,  
Металлургия, машина жасау және көлік факультеті,  
С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,  
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы,  
e-mail: dauren-toktar@mail.ru.  
Материал баспаға 16.09.19.түсті.

**«Кастинг» ЖШС ПФ жағдайында өндірілген қаттылықтың  
5 тобы құм шарларының қаттылығына хром әсері**

*Мақалада «Кастинг» ЖШС ПФ жағдайында сорттық прокат өндіру бойынша зерттеулер сипатталған. Негізгі легірлеуші элемент хром болып табылатын үнемді-легірленген Болаттың жеке химиялық құрамдары әзірленді, катандық шарлар өндірісінің төмен өзіндік құнын ұстап тұруға мүмкіндік береді және макроөңір нарығында жетекші позицияларды қамтамасыз етеді.*

*Шардың бетіндегі қаттылық 0,39% хром құрамы кезінде диаметрі 35 мм, диаметрі 80 мм шарлар үшін 0,56% хром құрамы кезінде жоғары мәнге ие.*

*Кілтті сөздер: құрылыс материалдары, қалдықтар, қож, болат, металлургия*

**Zhunussov Abylay Kairtassovich**

Candidate of Technical Sciences, Professor,  
Department of Metallurgy, Faculty of Metallurgy,  
Mechanical Engineering and Transport,  
S. Toraihyrov Pavlodar State University,  
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan,  
e-mail: zhunusov\_ab@mail.ru.

**Bykov Petr Olegovich**

Candidate of Technical Sciences, Professor,  
Department of Metallurgy, Faculty of Metallurgy,  
Mechanical Engineering and Transport,

S. Toraighyrov Pavlodar State University,  
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan,  
e-mail: bykov\_petr@mail.ru

***Kasimgazinov Asset Davletovich***

master, deputy technical director «Kazakhaltyn» LLP,  
Stepnogorsk, 021500, Republic of Kazakhstan,  
e-mail: assetteh@mail.ru

***Toktar Dauren***

undergraduate student, Department of Metallurgy,  
Faculty of Metallurgy, Mechanical Engineering and Transport,  
S. Toraighyrov Pavlodar State University,  
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan,  
e-mail: dauren-toktar@mail.ru

Material received on 16.09.19.

**The influence of chromium on the hardness of grinding balls of  
5 hardness group produced in the conditions of PF LLP «Casting»**

*The article describes the research on the production of long products in the conditions of PF LLP «Casting». Own chemical compositions of economically alloyed steel in which the main alloying element are chrome is developed, allows to keep low prime cost of production of rolled balls and provides the leading positions in the macroregion market.*

*It is experimentally established that the hardness on the surface of the ball has a higher value for a diameter of 35 mm with a chromium content of 0.39 %, for balls with a diameter of 80 mm with a chromium content of 0.56 %.*

*Keywords: construction materials, waste, slag, steel, metallurgy.*



**МЕРЕЙТОЙЛЫҚ КҮНДЕР**

Сүйіндіков Мерхат Мәдениұлы 1959 жылы Қарағанды облысының Егіндібұлақ ауданы (қазіргі Қазыбек би ауданы) Комсомол ауылында дүниеге келген.

Профессор, техника ғылымдарының кандидаты Мерхат Мәдениұлы С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университетінде 35 жылдан астам жұмыс істейді, жас оқытушылардың ұстазы және жоғары білікті ғылыми-педагогикалық кадрларды даярлаумен белсенді айналысады.

Сүйіндіков Мерхат Мәдениұлы Қарағанды политехникалық институтын «Құю өндірісінің машиналары мен технологиясы» мамандығы бойынша аяқтады (1981 ж.), техника ғылымдарының кандидаты (1990 ж.), ҚР ЖАК доценті (2003 ж.), С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университетінің профессоры (2005 ж.), Халықаралық ақпараттандыру академиясының академигі (2014 ж.).

5 жыл декан орынбасары, 5 жылдан астам машина жасау факультетінің (МЖФ) деканы, Құрылыс, көлік және машина жасау институты (ҚКжМЖИ) директорының орынбасары лауазымындарында қызмет атқарды. 2001 жылының 1-ші қыркүйегінен бастап бүгінгі күнге дейін «Металлургия» кафедрасының меңгерушісі қызметін атқаруда.

Ол «Металлургия» кафедрасының меңгерушісі кезінде 8 оқытушы техника ғалымдарының кандидат, доктор және PhD доктор диссертацияларын қорғады. Тағы 4 – докторантурада оқиды.

Сүйіндіков М.М. 6M070900 – «Металлургия» мамандығы бойынша профильді бағыттағы магистрлерді (оқу мерзімі 1,5 ж.) ИИДМБ-2 мемлекеттік бағдарламасын жүзеге асыру бойынша жұмысты басқарды, жыл сайынғы магистранттар саны 67...83 адам.

Мерхат Мәдениұлы біліктілігі жоғары ғылыми-педагогикалық мамандар даярлаушы ұстаз ретінде көп жұмыстар атқаруда. 2002–2019 жылдар аралығында жеке өз басы жүздеген жоғары білімді мамандар мен 30 ғылым магистрін дайындап шығарды. Олардың ішінде соңынан бас маман, цех пен бөлімше бастықтары, бөлім жетекшілері, ғылым кандидаттары, PhD докторлар болып, сол сияқты жауапты қызметтер атқарып жүрген өз ісінің білгір мамандары бар.

Соңғы 6 жыл ішінде М. М. Сүйіндіков Қ. И. Сәтбаев атындағы ҚазҰЗТУ (Алматы қ.) жанындағы 6D070900 – «Металлургия», 6D070700 – «Тау-кен ісі» және 6D071000 – «Материалтану және жаңа материалдар технологиясы» мамандықтары бойынша PhD докторы ғылыми дәрежесін алу үшін диссертацияларды қорғау Кеңесінің мүшесі болып табылады (2014...2017 жж). Оның ішінде 2014–2015 жылдары ол диссертациялық Кеңес төрағасының орынбасары болды.

Диссертациялық Кеңестің екі отырысы оның төрағалығымен өтті. Барлығы 6 жыл ішінде PhD докторы ғылыми дәрежесін алу үшін 42 диссертацияны талқылауға қатысты.

Сүйіндіков М. М. ҚР Егемендігінің 20 жылдығына арналған «Қазақстан-2020» жеделдетілген индустриалды-инновациялық даму бағдарламасын жүзеге асыру жолындағы Ертіс өңірі металлургиясы» атты Халықаралық ғылыми-практикалық конференцияны ұйымдастырушылардың бірі және оның белсенді қатысушысы болды (2010 ж, сәуір айы).

Сүйіндіков М. М. әр қырынан көріне білген жан. Ол шығармашылық жұмыстармен де белсенді түрде айналысып жүреді. Кафедраның жас оқытушылары мен студенттерін тарта отырып «Көркем бұйымдар құю» бағытын дамытып келеді. Оның жетекшілігімен және тікелей авторлығымен ПМУ металлургия кафедрасының зертханасында Әл-Фараби, Мәшһүр Жүсіп, Қ. Сәтбаев, Ж. Аймауытов сияқты ел тарихындағы әйгілі тұлғалардың шағын мүсіндері құйып шығарылды. Атап айтқанда, Мәшһүр Жүсіп мүсіні ҚР танымал «МузАрт» тобына тапсырылды (мамыр 2018ж., Павлодар қ.). Сүйіндіков М. М. Павлодар қаласында алғаш рет өткізілген «Ertis Cinema» Халықаралық кинофестивалінің символы – алюминийден құйылған мүсін жасалды (11.07–14.07.18 ж.). Мүсіндер 16 номинация бойынша жеңімпаздарға табысталды.

2018 жылдың қазан айында оның жетекшілігімен 6D070900 – «Металлургия» мамандығы бойынша PhD докторантурасының лицензиясы алынды.

Сүйіндіков М. М. «Қазақстан Республикасындағы тіл туралы» заңды іске асыруға үлкен үлес қосуда. Ол оқу құралдар, орысша-қазақша түсіндірме сөздіктер және қазақ тілінде ғылыми мақалалар түрінде 58 мақала жазып басып шығарды. Оның көңіл бөліп, қызыға әуестеніп жүрген тағы бір саласы өзінің туған өлкесінің тарихын зерттеп-зерделеу. «Егемен Қазақстан», «Сарыарқа самалы», «Ертіс дидары» газеттері мен «Абай», «Найзатас» журналдарында жариялаған мақалалары бұған дәлел бола алады.

Сүйіндіков Мерхат Мадениұлы университеттің дамуына елеулі үлес қосқан ардагерлердің бірі және Павлодар облысы қызметінің көптеген салаларында жұмыс істейтін ПИИ-ПМУ түлектерінің ұстазы болып саналады.

**ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ**

Суюндиков Мерхат Мадениевич родился 1959 году в Карагандинской области Егинбулакском районе (ныне Казыбекбийский) в селе Комсомольский.

Профессор кандидат технических наук Мерхат Мадениевич работает в Павлодарском государственном университете имени С. Торайгырова более 35 лет и является наставником молодых преподавателей, активно занимается подготовкой научно-педагогических кадров высшей квалификации.

Суюндиков Мерхат Мадениевич окончил Карагандинский политехнический институт по специальности «Машины и технология литейного производства» (1981 г.), кандидат технических наук (1990 г., ВАК при СовМинСССР), доцент (2003 г., ВАК МОН РК, профессор ПГУ имени С. Торайгырова (2005 г.).

Работал 5 лет заместителем декана, около 5 лет деканом машиностроительного факультета, заместителем директора Института строительства, транспорта и машиностроения. С 1 сентября 2001 г. по настоящее время работает в должности заведующего кафедрой «Металлургия».

За время заведования им кафедрой 8 преподавателей защитили диссертации кандидата, доктора технических наук и доктора PhD. Еще 4 – обучаются в докторантуре.

Суюндиков М. М. руководил также работой по реализации Государственной программы ГП ИИР-2 по подготовке магистров профильного направления (срок обучения 1,5 г.) по специальности 6M070900 – «Металлургия», ежегодный набор по которой составлял 67...83 чел.

Мерхат Мадениевич проводит большую работу по подготовке научных и научно-педагогических кадров. В период 2002–2019 гг. им лично подготовлены 30 магистров наук, магистров техники и технологии по специальностям металлургического направления. Среди них, впоследствии, кандидаты наук, доктора PhD, проректор по Академической работе нашего университета, старшие преподаватели, начальники технологических управления предприятий и другие.

В течение последних 6 лет М. М. Суюндиков является членом Совета по защите диссертаций на соискание учёной степени доктора PhD при КазНИТУ имени К. И. Сатпаева (г. Алматы) по специальностям 6D070900-«Металлургия», 6D070700 – «Горное дело» и 6D071000 – «Материаловедение и технология новых материалов» (2014...2017 гг.). Из них в 2014–2015 годы он являлся заместителем председателя Диссертационного Совета. Два заседания Диссертационного

Совета проведены под его председательством. Всего за 6 лет принимал участие в обсуждениях 42 диссертаций на соискание ученой степени доктора PhD.

Суюндиков М. М. был одним из организаторов Международной научно-практической конференции «Металлургия Прииртышья в реализации программы форсированного индустриально-инновационного развития «Казахстан-2020», посвящённой 20-летию Независимости РК (апрель 2010 г.) и Интерактивной конференции по металлургии с Уральским Федеральным университетом, г. Екатеринбург, РФ (декабрь 2011 г.),

Он развивает направление «Художественное литьё», приобщая к этому студентов и преподавателей кафедры. Под его руководством и авторством отлиты настольные бюсты известных личностей – Аль-Фараби, Машхур Жусипа, К. Сатпаева, Ж. Аймауытова, С. Торайгырова, Ш. Айманова и др. В частности, бюст Машхур Жусипа был вручен известной в Республике Казахстан группе «МузАрт» (май 2018 г., г. Павлодар). Суюндиковым М. М. была создана и изготовлена из алюминия статуэтка – символ международного кинофестиваля «Ertis Cinema», впервые проведенного в городе Павлодар (11.07–14.07.18 г.). Статуэтки были вручены победителям в 16-ти номинациях.

В октябре 2018 года в ПГУ имени С. Торайгырова под его руководством получена лицензия докторантуры PhD по специальности 6D070900 – «Металлургия».

Суюндиков М. М. вносит большой вклад в реализацию Закона «О языках в Республике Казахстан». Им написано и издано 58 публикаций, в виде учебных пособий, русско-казахских толковых словарей и научных статей на казахском языке. Его статьи в газетах «Егемен Қазақстан», «Сарыарқа самалы», «Ертiс дидары», журналах «Абай» и «Найзатас» посвящены вопросам популяризации и пропаганды исторических личностей, в т.ч. внесших значительный вклад в развитие науки Казахстана.

Суюндиков Мерхат Мадениевич один из ветеранов, внесший значительный вклад в развитие университета и по праву считается наставником выпускников ПИИ-ПГУ разных лет, работающих во многих сферах деятельности Павлодарской области.

**ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ  
НАУЧНОГО ЖУРНАЛА ПГУ ИМЕНИ С. ТОРАЙГЫРОВА  
«НАУКА И ТЕХНИКА КАЗАХСТАНА»**

**Журнал «Наука и техника Казахстана»** издается Павлодарским государственным университетом имени С.Торайгырова с 2001 года и выходит 4 раза в год в конце каждого квартала.

В публикациях журнала рассматриваются результаты фундаментальных и прикладных исследований в области естественных и технических наук.

Научные статьи, представляемые в редакцию журнала, должны быть оформлены согласно базовым издательским стандартам по оформлению статей в соответствии с ГОСТ 7.5-98 «Журналы, сборники, информационные издания. Издательское оформление публикуемых материалов», пристатейных библиографических списков в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

Представленные для опубликования материалы должны соответствовать следующим требованиям:

– отражать современный уровень знаний по данной теме, квалифицированно излагать научно-технические вопросы, обладать сжатым и хорошим литературным изложением, иметь четко выполненные иллюстрации;

– текст должен быть набран в текстовом редакторе Microsoft Word (97, 2003, 2007, 2010) на одной стороне листа с полями 30 мм со всех сторон, шрифт Times New Roman, кегль – 12 пунктов, межстрочный интервал – полуторный, выравнивание по ширине, абзацный отступ – 10 мм;

– общий объем статьи, включая аннотации, литературу, таблицы, рисунки и математические формулы, должен быть не менее 5 и не более 12 страниц печатного текста (более 12 страниц по согласованию с редколлегией).

Все статьи строятся следующим образом:

1 **ГРНТИ** (Государственный рубрикатор научной технической информации) (прописными буквами, нежирным прямым шрифтом);

2 **Фамилия, имя, отчество** автора(-ов) (строчными буквами, курсивом, жирным шрифтом);

3 **Ученая степень, ученое звание** (строчными буквами, нежирным прямым шрифтом);

4 **Аффилиация** (Факультет или иное структурное подразделение, организация (место работы (учебы)), город, область, страна, почтовый индекс) (строчными буквами, нежирным прямым шрифтом);

5 **E-mail** автора(-ов) (строчными буквами, нежирным прямым шрифтом);

6 **Название статьи** должно отражать содержание статьи, тематику и результаты проведенного научного исследования. В название статьи необходимо вложить информативность, привлекательность и уникальность (не более 12 слов, прописными буквами, курсивом, жирным шрифтом, выравнивание по левому краю, на трех языках: казахский, русский, английский);

7 **Аннотация** – краткая характеристика назначения, новизны, содержания, вида, формы и других особенностей статьи. Должна быть информативной (не содержать общих слов типа «Настоящая статья», «В этой статье», а сразу писать: «Изложены, приведены, рассмотрены, даны методы решения ...»), оригинальной, содержательной (отражать основное содержание статьи и результаты исследований), структурированной (следовать логике описания результатов в статье) (рекомендуемый объем аннотации – не менее 100 слов, строчными буквами, курсивом, нежирным шрифтом, кегль 10 пунктов, абзацный отступ слева и справа – 10 мм);

8 **Ключевые слова** – набор слов, отражающих содержание текста в терминах объекта, научной отрасли и методов исследования. Ключевые слова должны обеспечить наиболее полное раскрытие содержания статьи. Статья должна содержать не менее 6-8 ключевых слов в порядке их значимости, количество слов внутри ключевой фразы – не более 3 (оформляются на языке публикуемого материала, строчными буквами, курсивом, нежирным шрифтом, кегль 10 пунктов, абзацный отступ слева и справа – 10 мм);

9 **Основной текст статьи** излагается в определенной последовательности его частей, включает в себя:

- слово ВВЕДЕНИЕ / КІРІСПЕ / INTRODUCTION (прописными буквами, нежирным шрифтом, выравнивание по центру).

Необходимо отразить результаты предшествующих работ ученых, что им удалось, что требует дальнейшего изучения, какие есть альтернативы (если нет предшествующих работ – указать приоритеты или смежные исследования). Освещение библиографии позволит отгородиться от признаков заимствования и присвоения чужих трудов. Любое научное изыскание опирается на предыдущие (смежные) открытия ученых, поэтому обязательно ссылаться на источники, из которых берется информация. Также можно описать методы исследования, процедуры, оборудование, параметры измерения, и т.д. (1-2 страницы);

- слова ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ / НЕГІЗГІ БӨЛІМ / MAIN PART (прописными буквами, нежирным шрифтом, выравнивание по центру).

Это отражение процесса исследования или последовательность рассуждений, в результате которых получены теоретические выводы. В научно-практической статье описываются стадии и этапы экспериментов или опытов, промежуточные результаты и обоснование общего вывода в виде математического, физического или статистического объяснения. При необходимости можно изложить данные об опытах с отрицательным результатом. Затраченные усилия исключают проведение аналогичных испытаний в дальнейшем и сокращают путь для следующих ученых. Следует описать все виды и количество отрицательных результатов, условия их получения и методы его устранения при необходимости. Проводимые исследования предоставляются в наглядной форме, не только экспериментальные, но и теоретические. Это могут быть таблицы, схемы, графические модели, графики, диаграммы и т.п. (не более 10 страниц).

- слово ВЫВОДЫ / ҚОРЫТЫНДЫ / CONCLUSION (прописными буквами, нежирным шрифтом, выравнивание по центру).

Собираются тезисы основных достижений проведенного исследования. Они могут быть представлены как в письменной форме, так и в виде таблиц, графиков, чисел и статистических показателей, характеризующих основные выявленные закономерности. Выводы должны быть представлены без интерпретации авторами, что дает другим ученым возможность оценить качество самих данных, и позволит дать свою интерпретацию результатов (не более 1 страницы).

**10 Список использованных источников** включает в себя:

- слова СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ / ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ / REFERENCES (прописными буквами, нежирным шрифтом, выравнивание по центру).

Список цитируемой литературы включает в себя источники, содержащие материалы, которые автор использовал при написании статьи.

Список литературных источников должен отражать состояние научных исследований в разных странах в рассматриваемой проблемной области.

Ссылки должны быть доступны научной общественности, поэтому приветствуется наличие DOI публикаций.

Количество литературных ссылок в статье должно быть не менее 10-20 наименований, из них не менее 50% – источники из международных баз цитирования (Clarivate analytics, Scopus, Springer, Thomson Reuters, РИНЦ и другие), доступные на сайте ПГУ ([www.library.psu.kz](http://www.library.psu.kz)).

Ссылки в тексте даются в квадратных скобках, например, [1] или [2-5]. Нумерация источников должна соответствовать очередности ссылок на них в тексте.

Ссылки на авторефераты диссертаций, диссертации на соискание ученой степени допускаются при наличии их доступных электронных версий.

Ссылки на учебники, учебные пособия, монографии должны иметь подчиненное значение и составлять не более 10-15%, поскольку малодоступны широкой научной общественности.

Ссылки на неопубликованные работы недопустимы.

Самоцитирование не должно превышать 15-20%.

Если работа была издана на нескольких языках, то лучше предоставлять ссылку на английский вариант.

**11 Иллюстрации, перечень рисунков** и подрисуночные надписи к ним представляют по тексту статьи после соответствующих ссылок на них. В электронной версии рисунки и иллюстрации представляются в формате TIF или JPG с разрешением не менее 300 dpi.

12 **Математические формулы** должны быть набраны в Microsoft Equation Editor (каждая формула – один объект). Буквы греческого алфавита набираются прямым шрифтом; буквы русского/казахского алфавита в формулах (в том числе в индексах) – прямым, латинского – курсивом.

**На отдельной странице (после статьи)**

В бумажном и электронном вариантах приводятся фамилия, имя, отчество автора (-ов), ученая степень и звание, место работы (учебы) и должность, название статьи, аннотация и ключевые слова на 3-х языках (казахском, русском, английском).

Также необходимо представить полные почтовые адреса, номера служебного и домашнего телефонов, факс, e-mail (для связи редакции с авторами, не публикуются);

**Информация для авторов**

**Все статьи** должны сопровождаться двумя рецензиями независимых ученых по тематике статьи.

**Одному автору разрешается не более 2 (двух) публикаций в одном номере журнала.**

**Количество авторов одной статьи не должно превышать 4-х человек.**

**Статьи на иностранном языке принимаются бесплатно.**

Статьи публикуются по мере поступления.

**Редакция не занимается литературной и стилистической обработкой статьи.**

При необходимости статья возвращается автору на доработку. За содержание статьи несет ответственность Автор.

**Статьи, оформленные с нарушением требований, к публикации не принимаются и не возвращаются авторам.**

Датой поступления статьи считается дата получения редакцией ее окончательного варианта.

**Периодичность издания журналов – четыре раза в год (ежеквартально).**

Статью (бумажная, электронная версии, оригиналы рецензии и квитанции об оплате) следует направлять по адресу:

**140008, Казахстан, г. Павлодар, ул. Ломова, 64,**

**Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, Издательство «Кереку», каб. 137.**

Тел. 8 (7182) 67-36-69, (внутр. 1147).

**E-mail: [nitk@psu.kz](mailto:nitk@psu.kz)**

**[www.vestnik.psu.kz](http://www.vestnik.psu.kz)**

Стоимость публикации одной статьи для сторонних лиц составляет **5000 (пять тысяч) тенге** и предусматривает предоставление только 1-го экземпляра журнала. Оплата за дополнительный экземпляр журнала составляет **2000 (две тысячи) тенге.**

Стоимость публикации одной статьи для ППС, сотрудников и обучающихся ПГУ им. С.Торайгырова составляет **3000 (три тысячи) тенге.**

Для иностранных авторов оплата эквивалентно курсу Национального банка Республики Казахстан на момент сдачи статьи.

**Наши реквизиты:**

РГП на ПХВ Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова РНН 451800030073 БИН 990140004654	РГП на ПХВ Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова РНН 451800030073 БИН 990140004654
АО «Цеснабанк» ИИК KZ57998FTB0000003310 БИК TSESKZKA КБЕ 16 Код 16 КНП 861	АО «Народный Банк Казахстана» ИИК KZ156010241000003308 БИК HSBKCKZKX КБЕ 16 Код 16 КНП 861

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ

ГРНТИ 73.01.77; 73.39.31; 50.05.09

**Рындин Владимир Витальевич**

к.т.н, профессор, кафедра «Механика и нефтегазовое дело», Павлодарский государственный университет имени С.Торайгырова, г. Павлодар, Республика Казахстан, 140008, rvladvit@yandex.kz.

**Сиюнч Руслан Нуртаевич**

оператор по учёту сырья и готовой продукции, ТОО «УПНК-ПВ», г. Павлодар, Республика Казахстан, 140000, 2upnk1@mail.ru.

**ИССЛЕДОВАНИЕ И РАСЧЁТ МАГИСТРАЛЬНОГО НЕФТЕПРОВОДА В СИСТЕМЕ MATHCAD**

*Приведена программа расчёта магистрального нефтепровода в системе Mathcad, позволяющая автоматически строить QH-характеристики трубопроводов и перекачивающих станций, определять положение станций и рабочую точку системы, проводить исследование режимов ...*

*Продолжение аннотации*

*Ключевые слова: нефтепровод, расчёт, система Mathcad, профиль трассы, расстановка станций, рабочая точка системы.*

ВВЕДЕНИЕ

При решении многих математических задач широко используется программирование в средах ...

Продолжение текста

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Mathcad – интегрированная математическая система, позволяющая наглядно вводить исходные данные, проводить математическое описание решения задачи в традиционном виде и получать результаты вычислений, как в аналитическом, так и в численном виде. Ниже приводится программа ...

Продолжение текста публикуемого материала

ВЫВОДЫ

Разработана программа расчёта магистрального нефтепровода в системе Mathcad, записываемая в традиционных математических символах, что ...

Продолжение текста

Пример оформления таблиц и рисунков:

Таблица 1 – Химический состав исходной хромовой руды, масс. %

Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	CaO
40	21	16	5	16	2



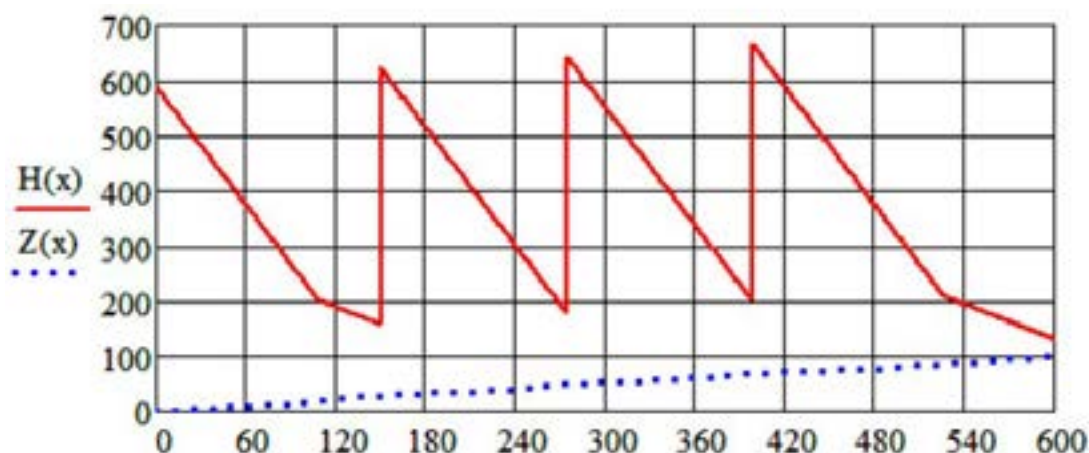


Рисунок 1 – Расстановка четырёх НПС на МН с двумя лупингами

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 **Макаров, Е. Г.** Инженерные расчёты в Mathcad 15. – СПб. : Питер, 2011. – 400 с. : ил.
- 2 **Макушев, Ю. П.** Интегральное и дифференциальное исчисления в приложении к технике : монография / Ю. П. Макушев, Т. А. Полякова, В. В. Рындин, Т. Т. Токтаганов. – Павлодар : Кереку, 2013. – 330 с. : ил.
- 3 **Транспорт и хранение нефти и газа в примерах и задачах : учеб, пособие /** Под общей редакцией Ю. Д. Земенкова. – СПб. : Недра, 2004. – 544 с. : ил.
- 4 **Долгов, И. А.** Тенденции развития конструкции моторно-трансмиссионных установок и сельскохозяйственных тракторов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2006. – № 6. – С. 3-8.
- 5 **Ким, К. К., Шпилев, М. А.** Комплекс для выгрузки угля из полувагонов. / Статьи: информационный портал [Электронный ресурс]. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22706030>.
- 6 **Бекенов, Т. Н.** Основы расчета опорно-цепных параметров самоходных колесных машин при обеспечении их проходимости: дисс. докт. техн. наук. – Алматы, 1998. – 308 с.

#### ***Рындин Владимир Витальевич***

т.ғ.к, профессор, «Механика және мұнайгаз ісі» кафедрасы, С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ., Қазақстан Республикасы 140008, [rvladvit@yandex.kz](mailto:rvladvit@yandex.kz).

#### ***Сиюнич Руслан Нуртаевич***

дайын өнім мен шикізатты есептеу операторы, «УПНК-ПВ» ЖШС, Павлодар қ., Қазақстан Республикасы, 140000, [2upnk1@mail.ru](mailto:2upnk1@mail.ru).

## **Mathcad жүйесінде магистральдық мұнай құбырын зерттеу және есептеу**

*Mathcad жүйесінде магистральдық мұнай құбыры бағдарламасының есептеуі келтіріліп, құбырлар мен қайта айдау станцияларының QH-сипаттамаларын автоматты түрде құруды, станцияның ережесі мен жұмыс нүктесін анықтауға, мұнай құбыры жұмысының режимдерін зерттеуге ...*

*Түйіндеменің жалғасы*

*Кілтті сөздер: мұнай құбыры, есеп, Mathcad жүйесі, трассаның профилі, станциялардың орналасуы, жүйенің жұмыс нүктесі.*

### ***Ryndin Vladimir Vladimirovich***

Cand.Sci.(Eng.), professor, Department of «Mechanics and Oil and Gas Business», S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar, Republic of Kazakhstan, 140008, rvladvit@yandex.kz.

### ***Siunits Ruslan Nurtaevich***

operator of accounting of raw materials and finished products, LLP «UPNK-PV», Pavlodar, Republic of Kazakhstan, 140000, 2upnk1@mail.ru.

## **Research and calculation of the main oil pipeline in Mathcad**

*Presents a program for calculating the main pipeline in the system Mathcad, allowing you to automatically build a QH-characteristics of the pipelines and pumping stations to determine the position of stations and the operating point of the system, conduct a study of the modes ...*

*Continue annotation*

*Keywords: the pipeline, calculation, the system Mathcad, road alignments, alignment stations, the operating point of the system.*

---

---

**ПУБЛИКАЦИОННАЯ ЭТИКА**  
**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ ПГУ ИМЕНИ С. ТОРАГЫРОВА**  
**(«ВЕСТНИК ПГУ», «НАУКА И ТЕХНИКА КАЗАХСТАНА»,**  
**«КРАЕВЕДЕНИЕ»)**

Редакционная коллегия журналов «Вестник ПГУ», «Наука и техника Казахстана» в своей работе придерживается международных стандартов по этике научных публикаций и учитывает информационные сайты авторитетных международных журналов.

Редакционная коллегия журнала, а также лица, участвующие в издательском процессе в целях обеспечения высокого качества научных публикаций, во избежание недобросовестной практики в публикационной деятельности (использование недостоверных сведений, изготовление данных, плагиат и др.), обеспечения общественного признания научных достижений обязаны соблюдать этические нормы и стандарты, принятые международным сообществом и предпринимать все разумные меры для предотвращения таких нарушений.

Редакционная коллегия ни в коем случае не поощряет неправомерное поведение (плагиат, манипуляция, фальсификация) и приложить все силы для предотвращения наступления подобных случаев. В случае, если редакционной коллегии станет известно о любых неправомерных действиях в отношении опубликованной статьи в журнале или в случае отрицательного результата экспертизы редколлегией статья отклоняется от публикации.

Теруге 09.09.19 ж. жіберілді. Басуға 16.09.19 ж. қол қойылды.  
Форматы 297\*420/2. Кітап-журнал қағазы.  
Шартты баспа табағы 7,9. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.  
Компьютерде беттеген Д. А. Жумабекова  
Корректорлар: А. Р. Омарова, Д. А. Жумабекова

Тапсырыс № 3527

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған  
С. Торайғыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті  
140008, Павлодар қ., Ломов көш., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы  
С. Торайғыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті  
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.  
67-36-69  
e-mail: nitk@psu.kz  
www.vestnik.psu.kz