

ISSN 2309-1177

Основан в 1991 году  
Переименован в 2001 г. и 2013 г.

Периодичность 4 раза в год  
№ 4 (27) 2019 г.

## РЕСПУБЛИКАНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



## «ВЕСТНИК КАРАГАНДИНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ИНДУСТРИАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА»

Главный редактор – Б. Жаутиков  
Ректор, доктор технических наук, профессор

Журнал зарегистрирован в Министерстве культуры и информации Республики Казахстан (регистрационное свидетельство № 13579-Ж от 30.04.2013 г.)

**Основная тематическая направленность:** публикация результатов научных исследований по широкому спектру проблем в металлургии, технологии новых материалов, строительстве, машиностроении, технологических машинах и транспорте, энергетике, автоматизации и вычислительной технике, экономике, химической технологии, безопасности жизнедеятельности, общеобразовательных фундаментальных (базовых) дисциплинах.

**Языки публикаций:** казахский, русский, английский.

**Периодичность:** 1 раз в квартал (4 раза в год).

**Собственник: Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения «Карагандинский государственный индустриальный университет»**

**Редакционная коллегия**

<b>Жаутиков Б.А.</b>	<i>Ректор РГП на ПХВ «Карагандинский государственный индустриальный университет», член-корреспондент Национальной инженерной академии Республики Казахстан, д.т.н., профессор, главный редактор</i>
<b>Айкеева А.А.</b>	<i>Проректор по научной работе и международным связям РГП на ПХВ «Карагандинский государственный индустриальный университет», академический советник Национальной инженерной академии Республики Казахстан, к.т.н., доцент, зам. главного редактора</i>
<b>Сивякова Г.А.</b>	<i>Проректор по учебной работе РГП на ПХВ «Карагандинский государственный индустриальный университет», к.т.н., доцент</i>
<b>Сарекенов К.З.</b>	<i>Академик Казахской национальной академии естественных наук, член-корреспондент Национальной инженерной академии Республики Казахстан, лауреат Государственной премии Республики Казахстан в области науки и техники, д.т.н., профессор</i>
<b>Тлеугабдулов С.М.</b>	<i>Профессор Казахского национального исследовательского университета им. К.И. Сатпаева, академик Национальной инженерной академии Республики Казахстан, д.т.н., профессор</i>
<b>Байсанов С.О.</b>	<i>Директор Химико-металлургического института им. Ж. Абишева, д.т.н., профессор</i>
<b>Белов Н.А.</b>	<i>Директор инжинирингового центра ИЛТМ при кафедре «Технология литейных процессов» Национального исследовательского технологического университета «Московский институт стали и сплавов», д.т.н., профессор, Россия</i>
<b>Бутрин А.Г.</b>	<i>Профессор кафедры «Экономика и финансы» Южно-Уральского государственного университета, д.э.н., Россия</i>
<b>Гун Г.С.</b>	<i>Профессор кафедры «Машиностроительные и металлургические технологии» Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова, д.т.н., профессор, Россия</i>
<b>Павлов А.В.</b>	<i>Профессор кафедры «Металлургия стали и ферросплавов» Национального исследовательского технологического университета «Московский институт стали и сплавов», д.т.н., профессор, Россия</i>
<b>Richard Fabik</b>	<i>Профессор кафедры «Обработка материалов» Технического университета, PhD, г. Острова, Чехия</i>
<b>Черный А.П.</b>	<i>Директор Института электромеханики, энергосбережения и систем управления Кременчугского национального университета им. М. Остроградского, д.т.н., профессор, Украина</i>
<b>Аменова А.А.</b>	<i>Директор Департамента международного сотрудничества, PhD</i>
<b>Гельманова З.С.</b>	<i>Профессор кафедры «Менеджмент и бизнес», к.э.н., профессор</i>
<b>Жабалова Г.Г.</b>	<i>Декан факультета «Энергетика, транспорт и системы управления», к.т.н., доцент</i>
<b>Ержанов А.С.</b>	<i>Директор Департамента науки и инноваций, PhD, ответственный секретарь</i>
<b>Кабиева С.К.</b>	<i>Заведующая кафедрой «Химическая технология и экология», д.х.н., доцент</i>
<b>Ким А.С.</b>	<i>Главный научный сотрудник лаборатории БОР Химико-металлургического института им. Ж. Абишева, д.т.н.</i>
<b>Мусин Д.К.</b>	<i>Декан факультета «Металлургия и машиностроение», к.т.н., доцент</i>
<b>Меркулов В.В.</b>	<i>Доцент кафедры «Химическая технология и экология», к.х.н., профессор Российской академии естествознания</i>
<b>Ногаев К.А.</b>	<i>Заведующий кафедрой «Технологические машины и транспорт», к.т.н.</i>
<b>Нурумгалиев А.Х.</b>	<i>Заведующий кафедрой «Металлургия и материаловедение», д.т.н., профессор</i>
<b>Силаева О.В.</b>	<i>Заведующая кафедрой «Экономика и финансы», к.э.н., доцент</i>
<b>Харченко Е.М.</b>	<i>Директор Департамента по академической политике, к.т.н.</i>
<b>Филатов А.В.</b>	<i>Директор Научно-исследовательского института строительного производства, д.т.н., профессор</i>
<b>Панин Е.А.</b>	<i>Доцент кафедры «Обработка металлов давлением», PhD</i>
<b>Волокитина И.Е.</b>	<i>Доцент кафедры «Обработка металлов давлением», PhD</i>

Ответственный секретарь – Ержанов А.С.  
Технический редактор – Бактыбаева А.С.  
Компьютерная верстка – Бактыбаева А.С.

**Наименование типографии, её адрес и адрес редакции:**

ЦПД Карагандинского государственного индустриального университета, 101400 г. Темиртау, Карагандинская обл., пр. Республики, 30.

**КАЗАХСТАНСКОЙ СТАЛИ 75 ЛЕТ!  
ГОРЯТ МАРТЕНОВСКИЕ ПЕЧИ, И ДЕНЬ, И НОЧЬ ГОРЯТ ОНИ...**

31 декабря 1944 года в 12 часов дня Казахский металлургический завод выдал первые десятки тонн стали. Это событие ознаменовало собой большую победу на трудовом фронте, что было особенно важно в связи с приближающимся победоносным завершением Великой Отечественной войны...

Со дня выпуска первой казахстанской стали прошло 75 лет. Идея о строительстве в Казахстане предприятия с полным металлургическим циклом возникла еще в тридцатых годах прошлого века, после длительного детального изучения месторождений железных руд Центрального Казахстана. Приказ наркома черной металлургии СССР о строительстве в Казахской ССР передельного металлургического завода с годовой мощностью 75–100 тыс. тонн стали и 50–75 тыс. тонн проката вышел в свет в апреле 1942 года. Через два месяца разработчики взялись за реализацию важного проекта для страны, ведущей войну против фашистских захватчиков. На претворение замысла ушло более двух лет. Ученые, инженеры, рабочие объединились в самоотверженном строительстве мартенов в Центральном Казахстане.

Задолго до этого события, в 20-е годы в будущем городе металлургов побывала экспедиция основателя казахстанской науки геолога Каныша Сатпаева, который пришёл к выводу, что сочетание разных условий, выгодное экономическое и географическое положение идеально для обустройства металлургического комбината именно здесь. Это определило город Темиртау как металлургический центр Казахстана. Так на казахстанской земле зарождалась черная металлургия. По мере строительства, в строй начали входить и первые объекты завода — механический, кузнечно-котельный, литейный, электроремонтный, теплосиловой цеха. Одновременно более тысячи человек прошли обучение на крупных металлургических предприятиях Нижнего Тагила, Белорецка, Алапаевска, Магнитогорска — знаменитой Магнитки. 30 декабря 1944 года началась загрузка мартеновской печи. Девять часов рабочие загружали 30 тонн металлической шихты вручную, а 31 декабря 1944 года первая мартеновская печь Казахского металлургического завода дала первую сталь! Еще немногие знали о заводе, еще не было города Темиртау, но казахстанская сталь уже шла на производство оружия и боевой техники, приближала Победу. Уже через год благодаря высокому качеству стали и ударной стройке поселок Самарканд на реке Нура получит статус города под названием Темиртау.

В 1956 году строительство завода было объявлено всесоюзным. Со всех концов огромной страны в Темиртау начала прибывать молодежь. В составе первого рабочего эшелона был и молодой Нурсултан Назарбаев. 3 декабря 1957

## Предисловие

года состоялась торжественная закладка фундамента первой домны будущего гиганта черной металлургии — Казахской Магнитки.

3 июля 1960 года запустили доменную печь – первую и единственную тогда во всей Средней Азии и Казахстане. Эта дата стала днём рождения Казахской Магнитки – Карагандинского металлургического завода. Вместе с опытными мастерами в плавке первого казахстанского чугуна участвовал и молодой металлург Нурсултан Назарбаев. Многотысячный отряд казахстанских металлургов, в рядах которых по-братски, рука об руку, варили чугун и сталь, производили прокат русские и казахи, украинцы и башкиры, белорусы и татары, немцы и представители многих других народов Советского Союза.

Металлург – это человек, который имеет дело с горячим металлом, и его профессия не исключает тяжелого физического труда, необычных ситуаций, требующих мгновенной реакции и решимости. Работа на металлургическом предприятии – это тяжёлый труд, который по силам только настоящим мужчинам, обладающим стальными нервами и железным здоровьем. Большая часть молодёжи 1960-х остро ощущала сопричастность своей судьбы с судьбой страны. В условиях интенсивного развития металлургического производства в Казахстане, назрела острая необходимость создания в молодом индустриальном городе самостоятельного высшего учебного заведения. В 1963 году по предложению Нурсултана Абишевича Назарбаева был открыт завод-ВТУЗ при Карагандинском металлургическом заводе (Карметкомбинате) (ныне КГИУ), который стал судьбообразующим «стальным» высшим учебным заведением Казахстана. Его история тесно связана с историей развития Казахской Магнитки.

И уже тогда передовая молодёжь шестидесятых «штурмовала» стены завод-ВТУЗа, получая качественное металлургическое образование. Среди первых выпускников легендарного ВТУЗа был и Нурсултан Абишевич Назарбаев. В 1967 году он защитил выполненный под руководством первого ректора завод-ВТУЗа, профессора Шумакова Л.Г. дипломный проект на «отлично» и получил квалификацию инженера-металлурга. Постепенно, благодаря опыту и образованию, полученному во ВТУЗе, будущий глава страны, прошёл путь от четвёртого горнового до старшего газовщика доменной печи. Отдав девять лет горячему производству, становится лидером комсомола города, секретарём горкома партии по промышленности, лидером коммунистов Карметкомбината... В новой эре независимости станет и Первым Президентом Республики Казахстан – Лидером Нации.

Большой вклад в развитие Завода-ВТУЗа сыграли первые ректора Шумаков Леонид Георгиевич и Ишмухамедов Нариман Куанышгалиевич. Под их руководством развивалась материально-техническая и лабораторная база. По ходатайству коллектива сейчас решается вопрос о присвоении имени Шумакова Л.Г. улице Фрунзе, имени Ишмухамедова Н.К. улице Калинина.

## **Предисловие**

Сегодня бывший ВТУЗ – единственный в стране индустриальный университет, ведущий вуз в Казахстане по подготовке специалистов для металлургических предприятий с полным производственным циклом. За годы существования Карагандинский государственный индустриальный университет выпустил свыше 20 тысяч высококвалифицированных специалистов для металлургической, химической, строительной и других отраслей промышленности.

Металлургическая отрасль для Республики Казахстан является одной из главных отраслей, способствующих повышению конкурентоспособности национальной экономики, а также достижению устойчивости ее развития. Металлургическая промышленность — стратегическая отрасль экономики Казахстана, причем ее основная роль состоит в обеспечении сырьем других высокотехнологичных и наукоемких секторов экономики страны, нацеленных на выпуск конечной продукции, включая машиностроение, стройиндустрию, автомобилестроительную, авиационную, космическую и оборонную промышленность.

Строительство Карметкомбината дало огромный импульс индустриализации и росту экономического потенциала Казахстана и развитию нашего города Темиртау. Казахстанская Магнитка закалила характеры всех, кто прошел через нее, научила справляться с трудностями, хранить дружбу и стремиться к лучшему в жизни. "Профессия металлурга воспитала в нас особый характер, дисциплину, мужество, пунктуальность, — говорят ветераны Магнитки. — Если бы Всевышний предложил нам начать жизнь заново и переписать какие-то страницы своей жизни, мы никогда не променяли бы ни один день своей бурной и очень интересной молодости. Все трудности в работе пошли нам во благо. Даже дружба, которую мы храним и бережем спустя годы, стала выносливой и железной, как металл».

Современная Магнитка — визитная карточка страны, это признанная во всем мире производственная база самого лучшего по характеристикам металла. И сегодня комбинат в Темиртау остается крупнейшим горно-металлургическим предприятием в Казахстане и одним из лучших предприятий компании "АрселорМиттал", занимающей первое место в мире по производству стали.

*Ректор Карагандинского государственного  
индустриального университета  
Жаутиков Б.А.*

## СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
<b>Раздел 1. Металлургия. Технологии новых материалов .....</b>	<b>10</b>
1.1 С.А. СМАИЛОВ, О.А. СТОЛЯРСКИЙ, К.К. НУРТАЗАЕВА Проекты по подбору оптимального состава материалов для производства новых видов продукции на АО «АрселорМиттал Темиртау» .....	11
1.2 Е.Ж. ШАБАНОВ, Р.Т. ТӨЛЕУҚАДЫР, И.С. ИНКАРБЕКОВА, Ж.Қ. СӘУЛЕБЕК, Ш.Қ. ҚАЗИ, М.М. БЕКЕНОВА Оптимизация технологических и электрических режимов процесса выплавки лигатур с хромом .....	17
1.3 В.К. РАХИМОВ, Ю.И. ШИШКИН, Т.Г. ЕГОРОВА Условия удаления углерода в заключительный период продувки конвертерной ванны .....	23
1.4 Ж.А. АШКЕЕВ, Ж.У. БУКАНОВ, Ж.Н. АТАМБАЕВ Совмещение литья и прокатки заготовок.....	27
1.5 А.А. ТЫМЧЕНКО, Е.А. ПАНИН Современные тенденции развития способов прокатки с интенсификацией сдвиговых деформаций.....	30
1.6 Е.А. ПАНИН, Н.А. ЛУТЧЕНКО Методика определения механических характеристик металла с помощью метода конечных элементов.....	39
1.7 Р.М. КУАНЫШБАЕВ, Д.К. МУСИН, Г.Е. АХМЕТОВА Исследование влияния термической обработки на структуру проволоки из стали 70.....	46
<b>Раздел 2. Машиностроение. Технологические машины и транспорт .....</b>	<b>51</b>
2.1 Н.В. АХМЕТГАЛИНА, В.А. ТАЛМАЗАН, С.Ж. КЫДЫРБАЕВА Моделирование теплового состояния печных роликов с водоохлаждаемым валом.....	52
2.2 А.А. КОЖЕМЯКИН, Е.А. ПАНИН Моделирование закрытия внутренних дефектов при равноканальном угловом прессовании .....	61
2.3 К.А. НОГАЕВ, Г.Д. ИСАБЕКОВА Исследование напряженно-деформированного состояния (НДС) станины щековой дробилки.....	68

**Содержание**

2.4	К.А. НОГАЕВ, С.М. ХАБИДОЛДА Анализ напряженно-деформированного состояния (НДС) барабана летучих ножниц.....	73
<b>Раздел 3. Строительство .....</b>		<b>79</b>
3.1	V. KUNAEV, M. TUYCHIEV Analysis of perspective ways of sorting road-building slag crushed stone by strength.....	80
3.2	Б.А. БАЗАРОВ, А.Н. КОНАКБАЕВА, А.Б. БАЗАРОВ, А.Б. ТУРСЫНБЕКОВА Исследование зависимости показателей прочностных свойств глинистых грунтов и динамического сопротивления грунтовых массивов .....	85
3.3	Б.А. БАЗАРОВ, А.Н. КОНАКБАЕВА, А.Б. БАЗАРОВ, А.Б. ТУРСЫНБЕКОВА Определение зависимости показателей динамического сопротивления грунта и статического зондирования .....	92
3.4	Б.А. БАЗАРОВ, А.Н. КОНАКБАЕВА, Б.О. КАЛДАНОВА, А.Б. БАЗАРОВ, А.Б. ТУРСЫНБЕКОВА К вопросу основных недостатков при исследовании грунтовых оснований .....	98
<b>Раздел 4. Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника .....</b>		<b>105</b>
4.1	А. СЕРҒАЗЫҚЫЗЫ Cloud-computing Қазақстанға енгізу мәселелері.....	106
4.2	А.О. ЧВАНОВА, А.В. ШИРМАН Электронное обучение: формы и способы организации .....	109
4.3	V. YAVORSKIY, M. ESMAGAMBETOVA, A. CHVANOVA, N. BAIDIKOVA Industrial geoinformation system for studying the engineering infrastructure of the enterprise .....	113
4.4	О. ONICHSHENKO, G. ZHABALOVA, O. LELIKOVA, S. KAMAROVA Intensification of heating of fuel oil at CHP-2 JSC «ArcelorMittal Temirtau».....	117
4.5	Ю.В. ЗАЧЕПА, А.П. ЧЕРНЫЙ, Н.В. ЗАЧЕПА, С.Г. БУРЯКОВСКИЙ Уточненный метод расчета нагрузочных характеристик асинхронного генератора с емкостным самовозбуждением .....	121
4.6	К. АЯВХАН, Е.В. КУНТУШ Қаңылтыр илемдеу орнағында көлденең тұзақты құрылғысындағы электржетектің электрмеханикалық жүйесінің ерекшеліктері.....	133
4.7	В.В. ЯВОРСКИЙ, А.О. ЧВАНОВА, С.В. КАН, Н.В. БАЙДИКОВА Особенности управления IT-проектом.....	137

**Содержание**

4.8	О.Н. ЛЕЛИКОВА, О.Н. ОНИЩЕНКО, Г.Г. ЖАБАЛОВА, М.В. НИКИТИНА, П.А. КОРОЛЕВ Пути повышения энергоэффективности охладителя агломерата в условиях АО «АрселорМиттал Темиртау».....	141
<b>Раздел 5. Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности . .</b>		<b>145</b>
5.1	В.В. МЕРКУЛОВ, А.И. АЛМАЗОВ, Г.С. АРБУЗ, О.А. РЯПОЛОВ Перспектива развития процессов винилирования.....	146
5.2	В.В. МЕРКУЛОВ, А.И. АЛМАЗОВ, С.Н. МАНТЛЕР Методика синтеза производных оксихинолина с целью получения новых противомикробных препаратов.....	151
5.3	Б.А.БАЙЖИГИТОВА, М.Б. ИСАБАЕВА, Б.И.ТУЛЕУОВ, Г.С. АРБУЗ Сравнительное исследование антиоксидантной активности растительных масел с использованием антиоксиданта «NOVASOL ® СТ» .....	157
5.4	З.С. ГЕЛЬМАНОВА, А.Е.АЛДАБАЕВА, А.К. НУРГАЛИЕВА, А.С. ПЕТРОВСКАЯ Международный опыт в формировании и развитии экологического маркетинга.....	163
<b>Раздел 6. Экономика. Общеобразовательные и фундаментальные дисциплины .....</b>		<b>170</b>
6.1	А.А. МОИСЕЕВ, В.Г.ЧЕРКАШИН Об особенностях индустриализации Казахстана в годы первых пятилеток (1928-1942).....	171
6.2	З.С. ГЕЛЬМАНОВА, Ж.С. ХУСАИНОВА, А.А. АГИЛБАЕВА. Стратегия регионального развития в условиях интеграционных процессов.....	177
6.3	М.М. ТАТИЕВА, Т.К. АКИШЕВ Развитие малого и среднего бизнеса в регионе на примере г. Темиртау.....	185
6.4	Т.С. БАЙГАБАТОВ Речевая культура ВУЗовского преподавателя .....	189
6.5	D. VALIULLIN, A. MUSAN Health-saving technologies in physical education.....	193
<b>Правила оформления и предоставления статей .....</b>		<b>198</b>

---

---

**Раздел 1**

**Металлургия.  
Технологии новых  
материалов**

**Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»**

МРНТИ 53.01

С.А. СМАИЛОВ<sup>1</sup>, О.А. СТОЛЯРСКИЙ<sup>2</sup>, К.К. НУРТАЗАЕВА<sup>1</sup><sup>1</sup>(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)<sup>2</sup>(АрселорМиттал Темиртау, г.Темиртау, Казахстан)**ПРОЕКТЫ ПО ПОДБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ  
ПРОИЗВОДСТВА НОВЫХ ВИДОВ ПРОДУКЦИИ НА  
АО «АРСЕЛОРМИТТАЛ ТЕМИРТАУ»**

**Аннотация.** В статье проведен аналитический обзор использования вторичных ресурсов. Описана методика проведения исследований. Предложены варианты оптимального состава материалов, для производства новых видов продукции, удовлетворяющие заданным требованиям. Представлены результаты исследований.

**Ключевые слова:** вторичное использование, испытание образцов, огнеупоры, прочность, окружающая среда.

Целью данной статьи является: подбор составов жаростойких бетонов для производства горелочных блоков печей ТХО ЦГЦА; подбор материалов для изготовления изоляторов на участке вулканизации агломерационного производства.

Большая часть отработанных огнеупоров не подлежит дальнейшему применению, только лишь меньшая их доля используется повторно в качестве исходного материала для изготовления новых огнеупорных изделий. Выброс отработанных огнеупоров не только расточительно по отношению к природным ресурсам, но и нанесение вреда экологии. Загрязнение окружающей среды отработанными огнеупорами включает в себя пыль, антракосиликоз, вызываемый пылью кристаллического кварца, радиоактивность такого сырья, двуокись циркония, канцерогенность  $Cr^{+6}$ , огнеупорных волокон и асбеста, загрязнение летучими продуктами термического разложения пека и смолы. При этом известно, что отработанные огнеупоры перерабатывают с получением дорогостоящего сырья, т. е. используют как высококачественные техногенные вторичные ресурсы. На сегодня объем накопленных отходов на АО «АрселорМиттал Темиртау» составляет 250 млн. тонн. За первое полугодие 2019года на комбинате образовано 3 млн. тонн отходов, и объем продолжает расти. Необходимо принимать меры по максимальному использованию этих отходов. [1]

Существует множество предприятий по производству огнеупоров, специализирующихся на повторном использовании отработанных огнеупоров, которые, главным образом, используются в качестве сырья для производства огнеупорного кирпича, бетона, торкретмасс, масс для ремонтов, шлакообразующих смесей, материалов для отсыпки полотна автодорог и т.д. На некоторых сталеплавильных предприятиях норма повторного использования отработанных огнеупоров превышает 80 %. Очевидно, что повторное использование отработанных огнеупоров в полном объеме становится общей тенденцией.

В металлургической промышленности Японии огнеупорный лом применяется, в основном, в качестве шлакообразующих смесей и заменителей формовочных смесей. Отработанный корундопериклазовый бетон используют как сырье для ремонтных работ и торкретмасс, а также повторно в производстве огнеупорного кирпича.

Для производства чугуна и стали в США ежегодно используется 1млн. т отработанных огнеупоров. Предприятия по производству огнеупоров регенерируют небольшое количество огнеупорного лома, а большую часть захоронят как отходы. Здесь получены хорошие результаты при использовании лома доломитового кирпича в материалах для наведения шлака

## Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»

и в формовочных смесях.

Тайваньская компания «China Iron & Steel Co» исполняет закон об охране окружающей среды, используя отработанный периклазоуглеродистый кирпич в качестве шлакообразующего средства в кислородных конвертерах.

В Китае ежегодно потребляется около 9 млн. тонн огнеупоров, из которых остаётся около 4 млн. тонн отработанного материала. Обычно огнеупорный лом используется в качестве сырья для вспомогательных материалов в металлургии. Отработанный огнеупорный кирпич и монолитные огнеупоры, такие как  $MqO-C$  кирпич, обычно используют для горячего ремонта футеровки печей, в стартовых смесях или в качестве сырья для изготовления нового  $MqO-C$  кирпича; отработанные  $Al_2O_3-C$  изделия могут применяться при изготовлении шиберных плит, погружных стаканов, защитных труб [2].

В ОАО «НЛМК» жаростойкие бетоны на шлаковых заполнителях применяются для изготовления боровов колпаковых печей и коксовых батарей, а также для щитов и экранов, защищающих конструкции и ограждения литейного двора от набрызгов расплава металла [3].

В последние годы в ОАО «ММК» при изготовлении футеровки металлургических агрегатов все более широко применяют огнеупорные бетоны. Наиболее перспективные бетоны - виброналивные и низкоцементные, которые обладают высокими механической прочностью, коррозионной стойкостью, деформационной устойчивостью. Бетоны нового класса отличаются от традиционных наливных бетонов пониженным содержанием гидравлического вяжущего и присутствием в их составе специфических тонкодисперсных добавок, обеспечивающих низкую водопотребность, и тиксотропные свойства бетонной смеси. Добавка  $SiO_2$ , особенно в сочетании с высокодисперсным глинозёмом, в алюмосиликатные и корундовые бетоны способствуют низкотемпературной муллитизации их матрицы, благодаря чему в процессе службы низкоцементные бетоны не разупрочняются в отличие от традиционных огнеупорных бетонов на гидравлических вяжущих [4].

В АО «АрселорМиттал Темиртау» для нагрева рабочего пространства печей термохимического обжига ЦГЦА использовались дорогостоящие горелочные блоки итальянского производства, не всегда соответствующие требуемому качеству. Температура факела в самом блоке колеблется от 1270 до 1480 °С. При эксплуатации в указанном температурном режиме в теле покупных горелочных блоков образуются поперечные и продольные трещины. Тело горелочного блока не несет какой - либо механической нагрузки, но испытывает существенную тепловую нагрузку за счет перепада температур. Это обстоятельство требует проведения дополнительных текущих горячих ремонтов. В связи с низким качеством привозных огнеупоров была поставлена цель, разработать, испытать и внедрить в производство горелочные блоки собственного изготовления, с более высокой стойкостью и невысокой себестоимостью. Бетон должен иметь высокую термостойкость и прочностные характеристики.

**Методика проведения исследований.** В качестве исходного сырья использовались: шамот, хром бой, магнезит кварцит, мертель шамотный, хромовая руда, каолиновая глина. В качестве связующих материалов использовали: ПЦ М-400, высокоглиноземистый цемент. Определяли физико-механические свойства жаростойких бетонов на образцах размером 100x100x100мм. Полученные в формах образцы пропаривались в пропарочной камере 12 часов при температуре 75÷80 °С, затем сушили в течение 2-х суток при 60 °С и четверо суток при 100 °С. Затем определялись физико-механические характеристики образцов:

- предел прочности, МПа (ГОСТ 4071-1-94);
- пористость, % (ГОСТ 2409-80);
- плотность, г/см<sup>3</sup> (ГОСТ 2409-80);
- термостойкость, количество теплосмен (ГОСТ 7875-83);
- влажность, % (ГОСТ 8735-88).

**Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»**

Таблица 1. Состав жаростойкого бетона для производства горелочных блоков печи ТХО ЦГЦА

№	Состав, %	Предел прочности, кг/см <sup>2</sup>	Плотность, кг/см <sup>3</sup>	Термостойкость, количество водяных теплосмен
1	Шамот (фр. 5-10) 20	247	2,56	34
	Шамот (фр. 0-5) 26			
	Хромовая руда 35			
	Высокоглиноземистый цемент 19			
2	Хром бой (фр.5-10) 27	256	2,63	21
	Хром бой (фр.0-5) 20			
	Хромовая руда (0-5) 35			
	Высокоглиноземистый цемент 18			
3	Шамот (фр.5-10) 25	238	2,48	27
	Шамот (фр.0-5) 20			
	Хромовая руда 35			
	Портландцемент М400 20			
4	Шамот (фр.5-10) 42	259	2,14	33
	Шамот (фр.0-5) 30			
	Мертель шамотный 10			
	Высокоглиноземистый цемент 18			
5	Магнезит (фр.5-10) 25	267	2,6	28
	Магнезит (фр.0-5) 20			
	Хромовая руда 35			
	Высокоглиноземистый цемент 20			
7	Шамот (фр.5-10) 30	223	2,27	30
	Шамот (фр.0-5) 30			
	Хромовая руда 20			
	Высокоглиноземистый цемент 20			
8	Шамот (фр.5-10) 35	255	1,97	27
	Шамот (фр.0-5) 40			
	Хромовая руда 5			
	Высокоглиноземистый цемент 20			
9	Хром бой (фр.5-10) 30	234	2,32	24
	Хром бой (фр.0-5) 30			
	Хромовая руда 15			
	Мертель шамотный 5			
	ПЦ М 400 20			

В процессе лабораторных исследований проводилась корректировка составов. После выбора оптимального состава в цехе ЖБИ и М изготавливались опытные изделия. В ходе проведения работы были проведены исследования, имеющихся на комбинате материалов. Подобраны новые составы жаростойких бетонов, удовлетворяющие заданным требованиям. Для получения более плотной структуры бетона в его состав добавляли пластификатор «Полипласт СП-1» в количестве 1% от массы цемента. Результаты исследований представлены в таблице 1.

## Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»

Наиболее оптимальными составами на связке с высокоглиноземистым цементом являются составы №1 и №4 с пределом прочности 247 кг/см<sup>2</sup> и 259 кг/см<sup>2</sup> и термостойкостью 34 и 33 водяных теплосмен соответственно. Высокая термостойкость составов достигается за счет высокого содержания Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Наиболее высокую термостойкость на связке из ПЩ М400 показал жаростойкий бетон с заполнителями шамот мелкой и крупной фракции и хромовая руда (состав №3) с термостойкостью 27 водных теплосмен. На основании этих оптимальных составов было изготовлено 6 горелочных блоков для опытно-промышленных испытаний. Дефицит времени связанный с большой степенью технологической нагрузки работы печи ТХО ЦГЦА не позволил провести промышленные испытания.

Существует проблема на участке вулканизации агломерационного производства (АГП), связанная с отсутствием изоляторов для спиралей вулканизационных плит подогрева. Пробное количество изоляторов, изготовленных в цехе железобетонных изделий и материалов (ЖБИ и М), показали на практике неплохие результаты при использовании их в интервале 800 °С ÷ 1000°С, но стойкость их была не высокой.

В связи с небольшими размерами колец материалы для их производства должны быть мелкодисперсными и после термической обработки обеспечивать высокую прочность и термостойкость. Наиболее подходящим материалом для этих целей является каолиновая глина, используемая в фасонно-литейном цехе (ФЛЦ), следующего химического состава: SiO<sub>2</sub> – 69,7 %; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 23,74 %. Кубики из каолиновой глины были подвергнуты обжигу в муфельной печи при температурах от 400 до 1000 °С в течение 4 часов. Полученные результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2. Прочность контрольных образцов

№	Температура обжига, °С	Предел прочности, кг/см <sup>2</sup>	Средняя величина прочности, кг/см <sup>2</sup>
1	400	75; 83	79,0
2	500	94; 97	95,5
3	700	137; 143	140,0
4	800	159; 162	160,5
5	900	198; 214	206,0
6	1000	277; 287	282,0

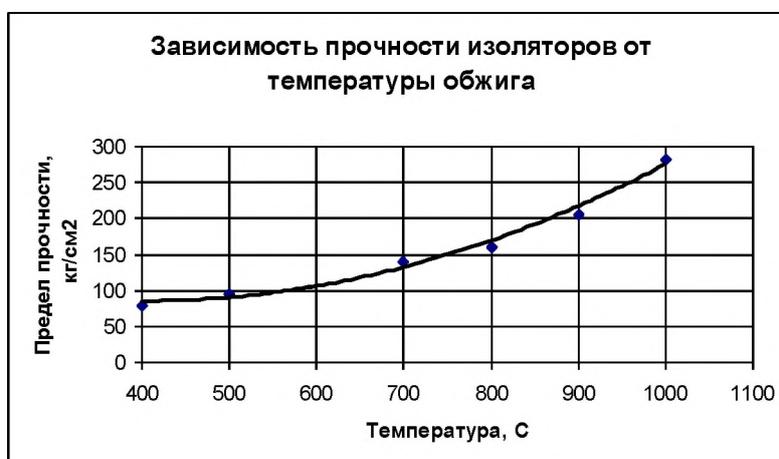


Рисунок 1. Зависимость прочности материала от температуры

## Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»

Максимальную прочность имеют образцы, обожженные при 1000 °С в течение 4-х часов. Зависимость прочности материала от температуры обжига хорошо прослеживается на графике (см. рис 1).

### Выводы

1. Повторное использование огнеупорных отходов - важнейшая задача в вопросах улучшения экологии. В металлургической промышленности стран дальнего зарубежья отходы огнеупорного лома используются на 50-90% от объемов их образования.

2. Применение портландцемента и пластификаторов при производстве жаростойких бетонов позволяют получить бетоны с высокой плотностью, прочностными характеристиками и термостойкостью. Использование глинозёмистых цементов и глинозёмистых шлаков в жаростойких бетонах позволяет получить бетоны с высокой прочностью и термостойкостью, работающих при температурах 1000-1100 °С. Добавка в жаростойкие бетоны микрокремнезёма на связке с ПЩ М-400 позволяет получать бетоны с более высокой плотностью и термостойкостью.

3. Наиболее оптимальными составами на связке с высокоглинозёмистым цементом являются составы №1 и №4 с пределом прочности 247 кг/см<sup>2</sup> и 259 кг/см<sup>2</sup> и термостойкостью 34 и 33 водяных теплосмен соответственно. Высокая термостойкость составов достигается за счет высокого содержания Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Для производства горелочных блоков печи ТХО ЦГЦА использовать в качестве заполнителя шамот, хромовую руду, мертель шамотный, а в качестве связующего материала высокоглинозёмистый и портландцемент. Применение добавки СП-1 в количестве 1 % от массы цемента позволяет повысить плотность бетона и увеличивает прочностные характеристики изделий.

4. Для производства изоляционных колец необходима каолиновая глина, используемая в ФЛЩ. Наибольшую термостойкость до 27 водных теплосмен изоляционные кольца приобретают при температуре обжига 1000 °С в течение четырех часов.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Бондарь А. В Темиртау один из самых высоких показателей выбросов по стране примерно полторы тонны на человека. // Вечерняя газета. - 2019.- №45 . – С. 6-8.

2 Шоухинь, Т. Повторное использование и восстановление отработанных огнеупоров // Огнеупоры и техническая керамика. – 2007.- N 5. – С.29-34.

3. О.В. Бобоколонова, Г.Е. Штефан, М.А. Гончарова, А.Д. Корнеев. // «Огнеупоры и техническая керамика». – 2005.- № 1. – С. 34-39.

4. Н.А. Босякова, Ф.Ф. Очеретнюк, З.Г. Тимофеева, В.Н. Кунгурцев, В.А. Осипов, И.М. Шатохин. // «Новые огнеупоры». – 2003.- №3. - С.16-18.

С.А. Смаилов, О.А. Столярский, К.К. Нуртазаева

**«АрселорМиттал Темиртау» АҚ-да өнімнің жаңа типтерін өндіруге арналған материалдардың оптималды құрамын таңдауға арналған жобалар**

**Андатпа.** Мақалада қайталама ресурстарды пайдалануға аналитикалық шолу берілген. Зерттеу әдісі сипатталған. Берілген сұранысты қанағаттандыратын жаңа өнім түрлерін шығару үшін материалдардың оңтайлы құрамының нұсқалары ұсынылады. Зерттеу нәтижелері ұсынылған.

**Түйін сөздер:** қайта өңдеу, сынама сынақтары, отқа төзімділік, беріктік, қоршаған орта.

**Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»**

S. Smailov, O. Stolyarskiy, K. Nurtazaeva

**Projects to choose the optimal composition of materials for the production of new types of products at Arselormittal Temirtau**

**Abstract.** The article provides an analytical review of the use of secondary resources. The research technique is described. Variants of the optimal composition of materials are proposed for the production of new types of products that satisfy a given requirement. Research results are presented.

**Key words:** recycling, sample testing, refractories, strength, environment.

**Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»**

МРНТИ 53.31.21

Е.Ж. ШАБАНОВ<sup>1</sup>, Р.Т. ТӨЛЕУҚАДЫР<sup>1</sup>, И.С. ИНКАРБЕКОВА<sup>1</sup>,  
Ж.Қ. СӘУЛЕБЕК<sup>1</sup>, Ш.Қ. ҚАЗИ<sup>1</sup>, М.М. БЕКЕНОВА<sup>1</sup><sup>1</sup>(Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, г. Караганда, Казахстан)**ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ПРОЦЕССА  
ВЫПЛАВКИ ЛИГАТУР С ХРОМОМ**

**Аннотация.** В статье изложены результаты оптимизации технологических и электрических процессов выплавки лигатур с хромом. В результате опытных испытаний в маломощных рудно-термических печах были оптимизированы параметры выплавки лигатуры с хромом при использовании углей второго сорта и показана возможность их использования при выплавке новых видов лигатур, а также с учетом потребителей определены марочные составы лигатуры с хромом.

**Ключевые слова:** оптимизация, лигатура с хромом, выкозольный уголь, отсеvy высокоуглеродистого феррохрома, материальный баланс, тепловой баланс.

Технико-экономические показатели производства, а также качество лигатуры с хромом во многом определяются типом применяемых шихтовых материалов и электрических параметров плавильного агрегата. Таким образом, возникает необходимость определения влияния типа применяемого восстановителя и рационального соотношения шихтовых компонентов, количества навесок и электрических режимов на качественные характеристики лигатур с хромом, на удельный расход электроэнергии и технико-экономические показатели.

В практике производства нержавеющей, жаропрочных марок сталей принято раскисление и легирование проводить с добавкой ферросплавов, таких как: феррохром, ферросилиций, ферросиликомарганец и т.д. Эти ферросплавы позволяют достаточно полно раскислить сталь и перевести неметаллические включения в шлак. Однако, практика показывает, что применение комплексных раскислителей Al-Cr-Si при действии которых формируются легкоплавкие, способные к укрупнению и всплыванию включения, обеспечивают два раза большую чистоту стали по неметаллическим включениям. При действии раскислителей одновременно возникают кислотные и основные оксиды в концентрациях, обеспечивающих образование сплава оксидов с температурой плавления, позволяющей им длительное время оставаться в жидком состоянии. В результате этого мелкодиспергированные жидкие сфероиды могут коалесцировать и всплывать из металла в шлак [1-6].

Из анализа результатов предварительных расчетов следует [7], что различного состава лигатуры с хромом для раскисления и частичного легирования стали в ковше обеспечивает получение стали, по своему химическому составу удовлетворяющего требованиям ГОСТ. По действующей технологии на раскисление 1 тонны стали в среднем расходуется 0,51 кг чушкового алюминия, а при использовании новой технологии, с хромосодержащей лигатурой в сталь вводится весь алюминий и кремний. Тем самым, из технологической цепочки исключаются чушковый алюминий и силикомарганец. Поэтому частичная замена феррохрома лигатурой с хромом может быть рекомендована также по экономическим соображениям.

После проведения комплексных теоретических исследований и расчета шихты, были проведены опытные испытания по оптимизации технологии выплавки лигатуры с хромом. В качестве шихтовых материалов были использованы отсеvy высокоуглеродистого феррохрома фракции 5-15 мм, кварцит месторождения «Тектурмас» и угли второго сорта, которые не используются в народном хозяйстве в силу их высокой зольности. При оптимизации

**Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»**

технологии выплавки хромсодержащей лигатуры с использованием новых видов топлив учитывались следующие факторы: точное соотношение шихтовых материалов для получения заданного химического состава металла и оптимальный электрический режим плавки для обеспечения стабильных показателей извлечения ведущих компонентов в сплав. Расчетный состав металла (%): Cr – 15-30, Si – 45-50, Al – 7-10, остальное железо.

Химический и технический составы шихтовых материалов и распределение основных элементов между продуктами плавки: металл и газы, которые принимаются на основании практических данных приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Химический и технический составы шихтовых материалов

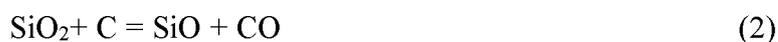
Наименование	Содержание										
	A	V	W	C <sub>тв</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr	P
Высокозольный уголь	56,4	15,76	3,4	24,44	69,71	25,85	0,56	0,36	3,41	-	0,05
Кварцит	-	-	-	-	98,5	0,42	0,24	0,06	0,54	-	0,03
Отсевы в/у ФХ	-	-	-	7,35	1,52	-	-	-	29,45	61,59	0,04

Таблица 2. Распределение элементов

Продукты плавки	Элементы						
	Si	Al	Fe	Ca	Mg	P	Cr
Сплав	91	85	99,5	40	5	80	94
Шлак	2	5	0,5	55	80	10	6
Улет	7	10	0	5	15	10	0

Расчет вели на 100 кг сухого высокозольного угля. Шихта рассчитывалась на полное восстановление всех компонентов золы, а избыток твердого углерода нейтрализовали кварцитом.

Расход восстановителя рассчитывали по стехиометрии согласно реакциям 1-6:



Результаты расчетов материального баланса производства выплавки лигатуры с хромом представлены в таблице 3.

**Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»**

Таблица 3. Материальный баланс выплавки лигатуры с хромом

Приход			Расход		
Материалы	кг	%	Продукт	кг	%
Высокозольный уголь	100	61,58	Металл	67,530	41,6
Кварцит	24,326	14,980	Шлак	2,390	1,5
Отсевы в/у ФХ	34,967	21,532	Улет	92,433	56,9
Электрод	3,1	1,909	Невязка	0,040	0,02
Итого	162,393	100,0	Итого	162,353	100,0

Процесс является практически бесшлаковым, все оксиды восстанавливаются и переходят в металл либо в газовую фазу. Из результатов ранее проведенных термодинамических расчетов, известно, что субоксиды кремния и алюминия в отсутствие фильтрующего слоя (т.е. колошника) улетучиваются.

При соотношении высокозольного угля – 100 кг, кварцита – 24,326 кг и отсевов в/у ФХ – 34,967 кг в колоше на выходе получается 67,530 кг хромосодержащей лигатуры. Расчетный состав металла (%): Cr – 31,891, Si – 40,580, Al – 9,783, остальное – Fe.

Опытно-промышленные испытания по выплавке хромовой лигатуры проводились в маломощной руднотермической печи. Электрод имеет два графитовых электрода с диаметром 200 мм. Размеры ванны - 1250×850 мм. Футеровка стеновой части ванны печи выполнена из шамотного огнеупорного кирпича. Высота подовой части печи составляет 300 мм, выше на 200 мм закоксована электродной массой, проводящей электрический ток.

Во время опытных испытаний в руднотермической печи были проведены 2 варианта плавки в зависимости от содержания твердого углерода (восстановителя) в углях второго сорта. Также для определения оптимального электрического режима плавки были изменены ступени вторичного напряжения в сторону увеличения. После анализа результатов испытаний установлено, что нормальный электрический режим работы печи обеспечивается при напряжении 36,8 вольт и токовой нагрузке 250-300 А. При низких значениях напряжения из-за нехватки тепла в реакционной зоне образуются карбиды алюминия и кремния, вследствие чего наблюдали остывание подины и потерю посадки электрода. При высоких степенях напряжения оксиды из зольной части углистого материала не успевали восстанавливаться и приводили к частичному шлакованию ванны печи.

Изменение расхода углерода практически не отразилось на режиме плавки. Посадка электрода сохранился стабильно глубокой. Шихта по ходу проплавления оседает самосходом, пылевывоса и образование локальных выделений газов (свищей) не наблюдали. Заданные коэффициенты перехода компонентов шихты подтверждены опытными плавками.

Расчет теплового баланса в условиях маломощных руднотермических печей невозможен, так как теплопотери слишком велики. Поэтому был произведен теоретический расчет материального баланса процесса выплавки лигатуры с хромом.

Тепловой баланс непрерывного углевосстановительного процесса выплавки хромосодержащей лигатуры определяется равенством (7), кДж.

$$Q_{\text{спл.}} + Q_{\text{газ}} + Q_{\text{энд.}} + Q_{\text{пот.}} = Q_{\text{физ.}} + Q_{\text{экз.мет}} + Q_{\text{эл.эн.}} \quad (7)$$

где,  $Q_{\text{спл.}}$ ,  $Q_{\text{газ}}$  – теплосодержание продуктов;

$Q_{\text{энд.}}$  – тепловые затраты на эндотермические процессы;

$Q_{\text{пот.}}$  – тепловые потери процесса;

$Q_{\text{физ.}}$  – физическое тепло нагретой шихты;

$Q_{\text{экз.}}$  – экзотермическое тепло реакции окисления;

## Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»

$Q_{эл.эн.}$  – тепло, вводимое электроэнергией. Определяется как разность между расходной и приходной частями баланса.

Тепло шлакообразования  $Q_{экз.шл}$  при выплавке лигатуры с хромом складывается в основном из реакций образования в шлаке силикатов магния и кальция, а также муллита (остальным пренебрегаем). Принимаем, что весь оксид алюминия в шлаке связан только с кремнеземом и присутствует в виде муллита  $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ . При шлакообразовании выделится тепла  $Q_{экз.шл} = 468$  кДж.

$$Q_{экз.} = Q_{экз.мет.} + Q_{экз.шл} = 8\,849 + 468 = 9\,317 \text{ кДж}$$

Теплосодержание лигатуры с хромом на выходе из рудно-термической печи составляет  $Q_{спл.} = 103\,254$  кДж. Основной составляющей газообразной фазы является монооксид углерода – CO, газы рудно-термическую печь покидают при средней температуре  $1000^\circ\text{C}$ .

По результатам расчета прихода и расхода тепла составлен тепловой баланс выплавки лигатуры с хромом, которая приведена в таблице 4.

Таблица 4. Тепловой баланс выплавки лигатуры с хромом

Приход			Расход		
Статья	кДж	%	Статья	кДж	%
Физическое тепло шихты	0	0	Теплосодержание сплава	103254	7,4
Экзотермические реакции	9317	0,8	Теплосодержание газообразных продуктов	92857	6,7
Электроэнергия	1384103	99,2	Эндотермические реакции	839290	60,2
			Потери тепла	348355	25,0
Итого	1393420	100,0	Итого	1393420	100,0

Основными вредными выбросами при производстве ферросплавов являются колошниковые газы, шлаки и пылевидные образования. Количество и состав этих образований зависит от вида и технологии выплавки ферросплавов, конструкции ферросплавных печей. Наибольшее количество пылегазовых образований и отвальных шлаков образуется при углеродотермических процессах выплавки ферросплавов. Колошниковые газы всех ферросплавных печей производящие сплавы углетермическим методом содержат до 90 % CO и более. Химический состав пыли и отвальных шлаков зависит от вида сплавов.

На основе проведенного расчетно-теоретического анализа и экспериментальными исследованиями показано, что при выплавке 1 тонны лигатуры с хромом, образуется 40-45 кг шлака и в зависимости от содержания летучих веществ в угле выход газов составляет 1845-1960 м<sup>3</sup>. Содержание пыли в газах 76,3 г/м<sup>3</sup>. Химический состав шлака и пыли представлены в таблице 5.

Процесс производства хромосодержащей лигатуры непрерывный. Пыль содержит до 33% SiO<sub>2</sub> и до 18% CaO и 34 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Плотность пыли 2,4-2,5 г/см<sup>3</sup>.

Таблица 5. Химический состав шлака и пыли

Материал	Содержание, %						
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S
Шлак	58,277	36,078	1,034	2,459	2,152	0,00	-
Пыль	33,76	34,04	0,48	18,93	10,57	0,12	2,10

## Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»

Основное вредное влияние на экологию оказывают колошниковые газы, которые содержат до 90 % оксида углерода и небольшие количества оксидов серы и азота. Колошниковые газы в своем составе содержат также большое количество мелкодисперсной пыли (до 50 г/м<sup>3</sup>).

Экология окружающей среды являются одним из важнейших показателей работы любого металлургического предприятия наряду с экономической обоснованностью. Производства хромсодержащей лигатуры по степени воздействия на организм человека по ГОСТ 12.1.007 относят к 3-му классу опасности. Пыль хромсодержащей лигатуры малотоксичная. Для очистки отходящих газов до предельно допустимых концентраций по пылям и газам применимы стандартные методы очистки и оборудование.

Таким образом, в результате опытных испытаний в маломощных рудно-термических печах были оптимизированы параметры выплавки лигатуры с хромом при использовании углей второго сорта и показана возможность их использования при выплавке новых видов лигатур, а также с учетом потребителей определены марочные составы лигатуры с хромом. Был произведен тепловой баланс выплавки лигатуры с хромом на рудно-термической печи. Основная статья по расходам тепла занимает эндотермические реакции, расход тепла компенсируется за счет электроэнергии. Удельный расход электроэнергии на тонну лигатуры с кальцием составляет 7 170 кВт·час/т.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Толымбеков М.Ж., Байсанов С.О., Мусина И.Б., Избембетов Ж.Ж., Акуов А.М., Осипова Л.В. Разработка технологии выплавки комплексного сплава АХС (алюминий-хром-кремний) // Теория и практика ферросплавного производства: Сб. науч. тр. междунар. конф., посвящ. 50-летию ОАО «Серовский завод ферросплавов». – Нижний Тагил, 2008. – С. 122-129.

2 Шабанов Е.Ж. (науч. рук. д.т.н., проф. Байсанов С.О.) Фазовые равновесия при выплавке алюмосиликохрома: дисс. ... маг. техн. и технологии: – Темиртау: КГИУ, 2013.

3 Байсанов С.О., Шабанов Е.Ж., Байсанов А.С. Вовлечение в металлургический передел отходов угольной и ферросплавной промышленности с получением лигатуры с хромом // Труды Университета. – 2017. № 4. – С. 24-26.

4 Е.Ж. Шабанов, С.О. Байсанов, А.Ф. Чекимбаев, Е.У. Жумагалиев, Д.А. Жаксылыков. Термодинамически-диаграммный анализ системы Cr-Fe-Al-Si // Комплексное использование минерального сырья. – Алматы. – 2010. – № 6. – С. 85-92.

5 Акуов А.М. Разработка технологии выплавки рафинированного феррохрома с применением комплексного сплава АХС (алюминий-хром-кремний): дис. ... канд. техн. наук: 05.16.02. – Караганда: ХМИ, 2010. – 148 с.

6 Шабанов Е.Ж., Байсанов С.О., Чекимбаев А.Ф. и др. Исследования по измерению удельного электросопротивления и температуры начала размягчения шихтовых материалов алюмосиликохрома при термическом воздействии // «Технология производства металлов и вторичных материалов». – Темиртау, 2011. – № 2. – С. 35-39.

7 Шабанов Е.Ж. Разработка технологии выплавки алюмосиликохрома из высокозольных углей карагандинского бассейна и отсеков высокоуглеродистого феррохрома: дис. ... на соискание ученой степени доктора философии PhD. – Караганда, 2016. – 117 с.

**Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»**

Е.Ж. Шабанов, Р.Т. Төлеукадыр, И.С. Инкарбекова, Ж.Қ. Сәулебек, Ш.Қ. Қазі,  
М.М Бекенова

**Хром бар лигатураны балқыту процесінің технологиялық және электр режимдерін оңтайландыру**

**Аңдатпа.** Мақалада хромды лигатураны балқытудың технологиялық және электрлік процестерін оңтайландыру нәтижелері көрсетілген. Аз қуатты кенді-термиялық пештерде тәжірибелік сынақтар нәтижесінде екінші сұрыпты көмірді пайдалану кезінде хромды лигатураны балқыту параметрлері оңтайландырылды және оларды лигатураның жаңа түрлерін балқыту кезінде пайдалану мүмкіндігі көрсетілді, сондай-ақ тұтынушыларды ескере отырып, хром бар лигатураның маркалық құрамы анықталды.

**Түйін сөздер:** оңтайландыру, хромды лигатура, күлділігі жоғары көмір, жоғары көміртекті феррохром ұсақтары, материалдық баланс, жылу балансы.

Ye. Shabanov, R. Toleukadyr, I. Inkarbekova, Zh. Saulebek, Sh. Kazi, M. Bekenova

**Optimization of technological and electrical modes of the process of melting ligatures with chromium**

**Abstract.** The article presents the results of optimization of technological and electrical processes of melting ligatures with chromium. In the experimental tests in a low-power ore-thermal furnaces were optimized, the parameters of melting alloys with chromium when using coals of second grade and the possibility of their use in the smelting of new types of alloys, and also taking into account consumers identified branded formulations alloys with chromium.

**Key words:** optimization, ligature with chromium, coal ash, high-carbon ferrochrome screenings, material balance, thermal balance.

**Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»**

МРНТИ 53.31.23

В.К. РАХИМОВ<sup>1</sup>, Ю.И. ШИШКИН<sup>1</sup>, Т.Г. ЕГОРОВА<sup>1</sup><sup>1</sup>(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)**УСЛОВИЯ УДАЛЕНИЯ УГЛЕРОДА В ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД ПРОДУВКИ  
КОНВЕРТЕРНОЙ ВАННЫ**

**Аннотация.** В данной статье исследованы условия удаления углерода в заключительный период продувки конвертерной ванны. Проанализированы характерные особенности удаления углерода в заключительный период продувки конвертерной ванны. Выявлены возможности достижения низких концентраций углерода в конвертерной ванне.

**Ключевые слова:** низкоуглеродистая сталь, интенсификация, обезуглероживание, конвертер, окисленность, металл, шлак.

Реакцию окисления углерода справедливо называют основной реакцией сталеплавильных процессов.

Кипение стали, обусловленное выделением газообразных продуктов реакции и всплыванием их через толщу шлака и металла, обеспечивает перемешивание ванны и ускоряет все тепло- и массообменные процессы. Пузыри СО, проходя через жидкий металл, способствуют удалению газов и неметаллических включений.

С кинетической точки зрения скорость обезуглероживания можно представить в виде уравнения:

$$dC/d\tau = \beta (S/V) \times \omega, \quad (1)$$

то есть скорость обезуглероживания  $dC/d\tau$  определяется поверхностью контакта реагентов  $S$  ( $m^2$ ), объемом металла  $V$  ( $m^3$ ) и интенсивностью подвода окислителя  $\omega$  ( $m^3/c$ ).

$\beta$  – обобщенный коэффициент массопереноса, зависящий от условий перемешивания ванны, характера окислителя, состава металла, степени его перегрева и т.д.

Скорость окисления углерода не зависит от его содержания в конвертерной ванне (до определенного предела), а определяется интенсивностью подачи кислорода и при постоянстве этой величины не меняется со временем. В этом случае скорость подвода углерода к месту реакции превышает скорость подачи кислорода – «кислородный голод».

При низких концентрациях углерода (в заключительный период продувки конвертерной ванны) вследствие затухания реакции обезуглероживания уменьшается величина  $S$ , повышение интенсивности подвода кислорода необходимого эффекта не дает.

В этих условиях происходит смена режима взаимодействия, лимитирующим звеном которого становится скорость доставки атомов углерода к месту реакции («углеродный голод») [1,2].

Скорость подвода углерода становится меньше скорости подачи кислорода. Установлено, чем выше интенсивность продувки, тем выше критическая концентрация углерода  $C_{кр}$ . Для конвертеров емкостью 300т получена следующая связь [3]:

$$C_{кр} = 0,1i + 0,01i^2 \quad r = 0,875$$

где  $i$  – удельная интенсивность продувки;  $r$  – коэффициент корреляции.

Следовательно, при одной и той же концентрации углерода (ниже критической)

## Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»

содержание окислов железа в шлаке выше при более высокой интенсивности продувки. Для уменьшения переокисленности шлака рекомендуется уменьшать на заключительном этапе продувки интенсивность дутья и высоту фурмы.

Связь между интенсивностью продувки в основное время  $i_1$  и в заключительный период  $i_2$  и высотой фурмы в эти периоды – соответственно  $H_1$  и  $H_2$  описывается уравнением:

$$H_2 = H_1 = \sqrt{i_2/i_1}$$

В свою очередь,  $H_1$  можно определить из следующего выражения:

$$H_1 = 0,21V^{0,4} \cos \alpha$$

где  $\cos \alpha$  – угол наклона оси сопла к вертикали, град.

Поскольку процесс лимитируется доставкой углерода в зону реакции, необходимо интенсифицировать процесс перемешивания ванны, так как энергии струи кислорода оказывается недостаточной для интенсификации массообменных процессов

При отсутствии вакуумных установок в действующих цехах достижение низких содержаний углерода в кислородных конвертерах вызывает значительные трудности.

Позитивным моментом следует считать опыт НЛМК, где апробирована технология ввода в ванну конвертера в конце продувки железорудных окатышей, которая позволяет получать сталь с содержанием углерода не более 0,03%. При этом достигалось снижение окисленности шлака.

Благоприятные условия протекания реакций обезуглероживания обеспечивают по ходу плавки меньшую окисленность металла. При этом реакция окисления углерода близка к равновесной:



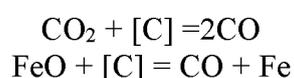
Наиболее перспективным вариантом является присадка в конвертерную ванну в конце продувки известняка совместно с железорудными окатышами в случае ведения процесса с избытком тепла, что характерно для условий работы АО «АМТ». При вводе известняка в ванну конвертера при его разложении происходит интенсивное ее перемешивание пузырями  $CO_2$ .

Эффект ввода железорудных охладителей и известняка аналогичен продувке металла в комбинированном конвертере с подачей нейтрального газа снизу.

Подтверждением этого являются обработанные данные контрольных плавов, проведенных в конвертерном цехе АО «АМТ» при работе 300-т конвертеров [2]. При вводе известняка в конвертерную ванну за 1,5-2,5 мин. до окончания продувки в количестве 1т. на трех плавках содержание закиси железа в шлаке снижалось до 18-21% против 25,4% на обычных плавках.

В момент присадки известняка в конце продувки происходит бурное кипение ванны, что в свою очередь приводит к дополнительному перемешиванию и увеличению поверхности раздела металл-шлак (См-шл).

Кроме того, термодинамический анализ показал возможность протекания реакций при совместном воздействии известняка и железорудных материалов[4]:



## Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»

Окисление углерода ускоряется за счет протекания этих реакции.

К достоинству использования известняка относится то, что при его разложении происходит эффект увеличения вдвое объема пузырьков, образующихся в результате реакции  $\text{CO}_2 + [\text{C}] = 2 \text{CO}$ , что должно обеспечить более интенсивное перемешивание ванны.

Интенсификации процесса окисления углерода, а тем самым и перемешиванию ванны способствует также снижение парциального давления CO при разложении известняка:

$$P_{\text{CO}} = \frac{V_{\text{CO}}}{V_{\text{CO}} + V_{\text{CO}_2}},$$

где  $V_{\text{CO}}$ ,  $V_{\text{CO}_2}$  – объем выделяющегося оксида и диоксида углерода.

Объем  $V_{\text{CO}}$  в нижних слоях ванны невелик (пузырь CO растет в объеме по мере всплывания), и влияние на  $P_{\text{CO}}$  даже небольшого количества перемешивающего газа является довольно существенным.

В результате интенсификации перемешивания ванны сокращается время полного смешения, т.е. продолжительность выравнивания состава и температуры ванны.

Необходимо отметить, что в процессе перемешивания ванны снижается (за счет взаимодействия с углеродом) окисленность металла и шлака, всплывают неметаллические включения, удаляются газы, состав металла приближается к равновесному состоянию со шлаком.

За счет перемешивания металла углекислым газом увеличивается поверхность взаимодействия фаз. Данное обстоятельство способствует ускорению процессов рафинирования и приближает концентрацию элементов к равновесному состоянию. Перечисленные факторы оказывают позитивное влияние, прежде всего, на увеличение выхода жидкой стали. Расчеты показывают, что при средней массе жидкой стали и шлака 285 и 40т соответственно только за счет снижения содержания закиси железа в шлаке на 5% выход жидкого увеличивается на 0,55%.

Кроме того, происходит снижение расхода ферросплавов, причем последнее достигается вследствие меньшего их угара при раскислении, причиной чего является пониженная окисленность металла и шлака.

Изложенное выше свидетельствует о возможности достижения низких концентраций углерода (0,03%) в конвертерной ванне при соблюдении следующих условий:

- 1 – ввод в ванну конвертера в заключительный период продувки известняка совместно с железорудными материалами;
- 2 – снижение в этот период продувки интенсивности подачи кислорода;
- 3 – снижение высоты фурмы.

Теоретический анализ и практические данные свидетельствуют о том, что при этом снижаются окисленность металла и шлака.

Для уточнения отдельных технологических параметров продувки требуется проведение промышленных исследований.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Кудрин В.А. Теория и технология производства стали. -М.: Мир. 2003. – 528 с.
- 2 Рахимов В.К., Шишкин Ю.И, Егорова Т.Г. и др. Получение стали в кислородных конвертерах с содержанием углерода 0,03%. Тр. X международной научно-практической конференции «Конкурентоспособность нации-основное условие повышения благосостояния народа», посвященной 55-летию юбилею. –1часть. – Темиртау, 2018. – С. 365-368.

**Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»**

3 Колпаков С.В., Старов Р.В., Смоктий В.В. и др. Технология производства стали в современных конвертерных цехах. -М.: Машиностроение, 1991. – 464 с.

4 Меджибожский М.Я. Основы термодинамики и кинетики сталеплавильных процессов. – Киев-Донецк.: «Вища кола», 1986. -28 с.

В.К. Рахимов, Ю.И. Шишкин, Т.Г. Егорова

**Конвертерді жұмыс жүйесінің қорытынды мерзімінде карбонды тазалау шарттары**

**Аңдатпа.** Бұл мақалада конверторлық ваннаның соңғы тазарту кезеңіндегі көміртекті алу шарттары зерттелген. Конверторлық ваннаның соңғы тазарту кезеңіндегі көміртекті алудың сипаттамалары талданады. Конверторлық ваннада төмен көміртегі концентрациясына қол жеткізу мүмкіндігі анықталды.

**Түйін сөздер:** төмен көміртекті болат, интенсификация, көміртекті, конвертер, тотығу, металл, шлак, қышқылдану.

V. Rakhimov, Y. Shishkin, T. Egorova

**Conditions of carbon removal in the final period of purging of the converter bath**

**Abstract.** This article investigated the conditions for carbon removal in the final purge period of the converter bath. The characteristic features of carbon removal in the final purge period of the converter bath are analyzed. The possibilities of achieving low carbon concentrations in the converter bath have been identified.

**Key words:** low carbon steel, intensification, decarburization, converter, oxidation, metal, slag, deoxidation.

**Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»**

МРНТИ 53.43.03

Ж.А. АШКЕЕВ,<sup>1</sup> Ж.У. БУКАНОВ<sup>2</sup>, Ж.Н. АТАМБАЕВ<sup>2</sup><sup>1</sup>(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)<sup>2</sup>(Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда, Казахстан)**СОВМЕЩЕНИЕ ЛИТЬЯ И ПРОКАТКИ ЗАГОТОВОК**

**Аннотация.** В данной статье предложено один наиболее прогрессивных способов производства шаров на литейно-прокатном агрегате. Преимущество предлагаемого варианта заключается в том, что за короткий цикл, т.е. минуя сортопрокатное производство после заливки жидкого металла в кристаллизатор и вытягивания из кристаллизатора металл сразу поступает в шаропрокатный стан с получением двух готовых шаров. При этом ожидается значительная экономия энергоресурсов, материальных и других затрат.

**Ключевые слова:** шары, заготовки, прокатка, кристаллизатор, цикл, станы, металлопрокат.

Металлургический комплекс - это основа индустрии. Он является фундаментом машиностроения, обеспечивающего вместе с электроэнергетикой и химической промышленностью развитие научно-технического прогресса во всех звеньях народного хозяйства страны. Metallurgy относится к числу базовых отраслей народного хозяйства и отличается высокой материалоемкостью и капиталоемкостью производства. На долю черных и цветных металлов приходится более 90% всего объема конструкционных материалов, применяемых в машиностроении Казахстана. В общем объеме транспортных перевозок Республики Казахстан на металлургические грузы приходится свыше 35% всего грузооборота. На нужды металлургии расходуется 14% топлива и 16% электроэнергии, т.е. 25% этих ресурсов, расходуемых в промышленности. В металлургический комплекс входят черная и цветная металлургия охватывающие все стадии технологических процессов: от добычи и обогащения сырья до получения готовой продукции в виде черных и цветных металлов и их сплавов. Metallurgical complex - это взаимообусловленное сочетание различных технологических процессов. Состояние и развитие металлургической промышленности в конечном итоге определяют уровень научно-технического прогресса во всех отраслях народного хозяйства. Metallurgical complex характеризуется концентрацией и комбинированием производства. Спецификой металлургического комплекса являются несопоставимый с другими отраслями масштаб производства и сложность технологического цикла. Для производства многих видов продукции необходимо 15-18 переделов, начиная с добычи руды и других видов сырья. При этом переделные предприятия имеют тесные связи между собой не только в пределах Казахстана, но и в масштабах стран Содружества. Так, в производстве титана и титанового проката сложилась устойчивая межгосударственная кооперация предприятий России, Украины, Казахстана и Таджикистана [1,2].

Сущность процесса совмещения литья и прокатки заготовок заключается в том, что за короткий технологический цикл можно получить шары высокого качества. Традиционно шары получают из металлопроката круглой формы на шаропрокатных станах поперечно-винтовой прокатки. В свою очередь металлопрокат получают из заготовок, непрерывнолитых (НЛЗ) заготовок на сортовых станах горячей прокатки. Следует отметить, что НЛЗ и заготовки производят на заготовочных станах или на машинах непрерывной разливки металла. При этом исходными материалами для заготовительных станов являются слитки, разливаемые в изложницы в плавильных печах. Для производства сортового проката круглой формы

## Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»

поперечного сечения используют также блюмы квадратного сечения, получаемых прокаткой на блюмингах слитков.

Отсюда можно заметить очень длинный и трудоемкий технологический цикл производства сортового проката круглой формы, которое является исходной заготовкой при производстве шаров горячей штамповкой или поперечно-винтовой прокаткой.

Поэтому сокращение технологического цикла за счет совмещения литья и прокатки в один технологический цикл является наиболее значимым и актуальным вопросом. В основу совмещения литья и прокатки в единый технологический цикл лижат современные литейно-прокатные агрегаты, которые хорошо себя зарекомендовали при производстве различных металлоизделий, в том числе шаров.

Предлагаемая схема производства шаров состоит из следующего основного и вспомогательного оборудования: электродуговой печи определенной емкости, водоохлаждаемого кристаллизатора, тянущего и подающего механизма, шаропркатного стана поперечно-винтовой прокатки. Кроме основного оборудования в состав литейно-прокатного модуля будут входить вытягивающие и задающие в зев валков механизмы, направляющие и другие механизмы и приспособления.

За счет исключения из технологического цикла наиболее трудоемких процессов и операций таких как например, разливка стали, производство заготовок на заготовительных станах, прокатка сортового металлопроката значительно экономиться электроэнергия, расходные материалы и другие значимые расходы. Кроме того, экономия достигается за счет исключения транспортных расходов, связанных с доставкой металлопроката в кузнечно-штамповочные и шаропркатные цеха. Огромная экономия достигается за счет сокращения производственных площадей, т.к. вышеуказанные трудоёмкие процессы и операции занимают большие площади и территории. К дополнительным расходам при производстве шаров в кузнечно-штамповочных цехах можно отнести рубку сортового проката на мерные заготовки нагрев перед горячей объемной штамповкой.

Поэтому применение литых заготовок, получаемых в водоохлаждаемом кристаллизаторе, который входит в состав ЛПА может значительно сократить все выше перечисленные расходы.

Один из вариантов литейно-прокатного модуля для производства шаров приведена на рисунке 1.

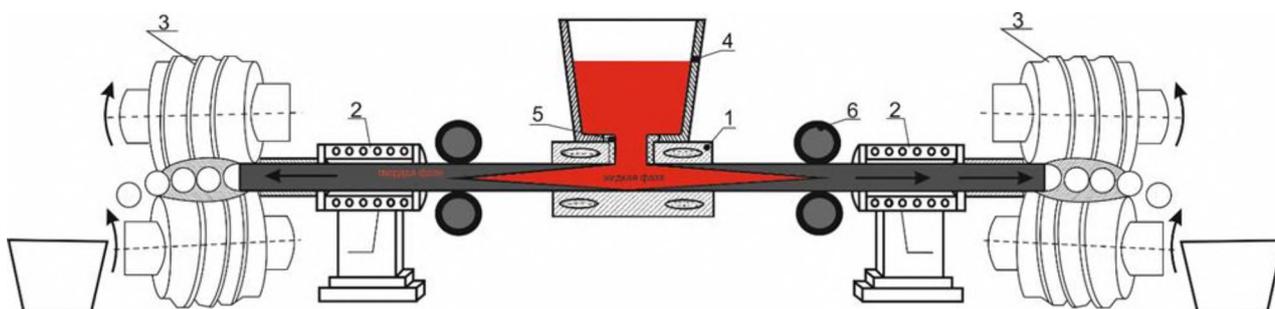


Рисунок 1. Схема расположения основных и вспомогательных элементов, входящий в состав литейно-прокатного агрегата

Отличительной особенностью предлагаемого варианта заключается в том, что на ЛПА можно одновременно производить шары в двух направлениях. Технологическая схема предлагаемого варианта ЛПА состоит из двух водоохлаждаемых кристаллизаторов 1, индукционной установки 2 для подогрева литых заготовок и двух станов поперечно-винтовой прокатки 3. Производство шаров по новой технологической схеме осуществляется

**Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»**

следующим образом. Из сталеплавильной печи вначале жидкий металл ковшем заливается в промежуточный ковш 4, где жидкий металл через металлопроводник 5 сразу поступает в водоохлаждаемый кристаллизатор 1. За счет интенсивного отвода тепла в медном кристаллизаторе 1 формируется непрерывная заготовка (НЛЗ), которая с помощью тянущих роликов 6 подается в индуктор 2 для подогрева остывшей поверхности НЛЗ. Далее подогретая НЛЗ поступает в шаропрокатный стан 3 поперечно-винтовой прокатки, где заготовка проходя через калибры валков приобретает форму шара, и отделяется на последнем калибре.

Достоинство предлагаемого варианта заключается в том, что один промежуточный ковш 4 через два ручья обеспечивает непрерывно-литой заготовкой сразу два стана, т.е. производительность увеличивается в два раза.

Таким образом, преимущество ЛПА заключается в том, что за короткий технологический цикл обеспечивает получение заготовок с определенной формой и размерами. При этом ожидается значительная экономия энергии за счет исключения таких энерго-трудоемких технологических циклов, как например, производство слитков, блюмов, сортового проката, доставка сортового металла в кузнечно-штамповочные цеха, где после разделки и нагрева получают поковки различной формы и размеров.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1 Кривандин, В. А. Теория и конструкции металлургических печей. Том 1. Теория и конструкции металлургических печей / В.А. Кривандин, Ю.П. Филимонов. - М.: Металлургия, 2008. - 360 с.

2 Гребеник, В. М. Надежность металлургического оборудования / В.М. Гребеник, В.К. Цапко. - М.: Металлургия, 2010. - 344 с.

Ж.А. Ашкеев, Ж.У. Буканов, Ж.Н. Атамбаев

**Дайындаманың құю мен таптау үрдістерін біріктіру**

**Андатпа.** Ұсынылып отырған мақалада шарларды құю және таптау агретында өнделінетін ең бір тиімді заманауи тәсілі ұсынылып отыр. Ұсынылып отырған нұсқаның артықшылығы ең қысқа технологиялық циклде сорты прокаттарды өндіру өндірісін айналып өтіп сұйық металл кристаллизаторға құйылып, одан тартылып аланып бір мезгілде екі шартаптау станына беріледі және екі шар алынады. Нәтижесінде үлкен мөлшерінде энергоқорлар мен материалдық шығындар және т.б шығындар үнемделінеді.

**Түйін сөздер:** шарлар, дайындамалар, таптау, кристаллизатор, цикл, стандр, металлопрокат.

Zh. Ashkeyev, Zh. Bukanov, Zh. Atambaev

**Combination of casting and rolling of workpieces**

**Abstract.** In this article one of the most progressive ways of production of balls on the foundry-rolling unit is offered. The advantage of the proposed option is that in a short cycle, i.e. bypassing the rolling production after pouring the liquid metal into the mold and pulling out of the mold, the metal immediately enters the ball rolling mill to obtain two finished balls. At the same time, significant savings in energy resources, material and other costs are expected.

**Key words:** balls, blanks, rolling, mold, cycle, mills, metal.

**Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»**

МРНТИ 53.43.13

А.А. ТЫМЧЕНКО<sup>1</sup>, Е.А. ПАНИН<sup>1</sup><sup>1</sup>(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СПОСОБОВ ПРОКАТКИ С  
ИНТЕНСИФИКАЦИЕЙ СДВИГОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ**

**Аннотация.** В данной работе проведен обзор научно-патентной литературы, относящийся к асимметричной прокатке толстых листов с реализацией сдвиговых деформаций в продольном и поперечном направлениях. Были рассмотрены способы асимметричной прокатки, в которых асимметрия создается как кинематическими, так геометрическими параметрами. В результате проведения данного обзора выявлено, что асимметричная прокатка эффективно реализует деформацию сдвига в продольном и поперечном направлениях. Следовательно, при объединении этих способом можно добиться наилучших результатов.

**Ключевые слова:** асимметричная прокатка, прокатка листов, скоростная асимметрия, деформация, горячая прокатка.

Согласно данным В.С. Горелика, «рост требований потребителей листового проката, его качества и усиление конкурентной борьбы требуют от производителей листового проката поиска новых технологий и воплощения их в производство. Одним из таких процессов является асимметричная прокатка (АП). Лишь в последние 15-20 лет началось широкое исследование и применение АП сначала на станах холодной прокатки, а затем и на станах горячей прокатки. Толчком к этому явилось введение в эксплуатацию рабочих клеток с индивидуальным приводом валков. Практика исследования и применения процессов АП при горячей и холодной прокатке листов свидетельствует о возможности управления при этом практически всем спектром параметров прокатки и служебных свойств листов и полос» [1].

В соответствии с исследованиями Перогива А.А., «асимметричная прокатка позволяет понизить усилие прокатки и энергозатраты на процесс деформации, уменьшить продольную и поперечную разнотолщинность, улучшить плоскостность и форму полосы, дает возможность оперативно управлять качеством поверхности, физико-механическими свойствами проката. Анализ факторов, которые влияют на уширение, и способов асимметричной прокатки показал, что наиболее рациональным способом для исследования влияния рассогласования скоростей валков на уширение со стороны ведущего и ведомого валков является скоростная асимметрия. Применение скоростной асимметрии дает возможность регулировать рассогласование скоростей валков в широком диапазоне непосредственно в процессе прокатки, а также позволяет использовать системы автоматического регулирования» [2].

По данным Бельского С.М., «разделение процессов прокатки на симметричные и асимметричные довольно условно. Если процесс прокатки не имеет признаков намеренно вносимой асимметрии, а влияние асимметрии на условия прокатки незначительно и определено допусками технологии, то такой процесс прокатки относят к симметричным. Если же асимметрия задается такими специальными технологическими приемами, как применение рабочих валков с неодинаковыми диаметрами, вращение рабочих валков с различными окружными скоростями, нанесение различной шероховатости на поверхности верхнего и нижнего рабочих валков и т.д., то в этих случаях процесс прокатки относят к асимметричным» [3].

Зачастую в теории прокатки изучаются случаи, когда диаметры обоих валков одинаковы (рабочие валки имеют одинаковые диаметры, а также одинаковые угловые скорости, условия

## Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»

трения и одинаковые длины зоны опережения и отстаивания) что является простым случаем прокатки. Однако в производственных условиях очень часто рабочие диаметры неравны. В дальнейшем неравенства диаметров валков начали создавать намеренно, для обеспечения определенных технологических преимуществ [4-5].

Асимметричный процесс прокатки проявляется в неконтролируемым изгибе полосы во время ее захвата валками и на плоскости выхода из очага деформации, в ускорению валков вместе с полосой, в неравномерной нагрузке приводов а также в существовании управляющего и управляемого рабочего валка. В результате возникают недостатки в области формы полосы – волнистость и неравномерность толщины полосы на ее ширине и длине, которых невозможно удалить во время дальнейшей операции правки.

Существуют различные принципы классификации процессов асимметричной прокатки. Согласно исследованиям Бельского С.М., прокатка называется асимметричной, «если валки имеют разную окружную скорость и разные коэффициенты контактного трения со стороны верхнего и нижнего валков. Разность окружных скоростей валков достигается на практике тремя способами: применением валков неодинакового диаметра при одинаковой угловой скорости вращения; применением одного валка приводным, а другого холостым, при этом скорость холостого валка самоустанавливается несколько меньшей приводного; применением валков одинакового диаметра, принудительно вращающихся с разной угловой скоростью» [3].

По данным работ А.Ф. Головина и А.И. Целикова, «Все это наряду с улучшением служебных свойств готового проката существенно изменяет степень загруженности трансмиссий ведущего (имеющего большую скорость) и ведомого валков. Нагрузка на трансмиссию и привод ведущего валка возрастает, а ведомый валок и его привод разгружаются вплоть до перехода в генераторный режим» [6-7].

В работе Бровмана М.Я. «Исследования влияния скоростной асимметрии на энергосиловые параметры прокатки проводились и в лабораторных и в промышленных условиях. На лабораторном стане 340 моделировали условия прокатки в последних пропусках чистовой клетки стана 3000. Использовали свинцовые образцы. Эксперименты показали, что сила прокатки снижается при увеличении коэффициента асимметрии до 1,20». На рисунке 1а представлены опытные и расчетные кривые по формулам Бровмана М.Я. и Горелика В.С [8, 9].

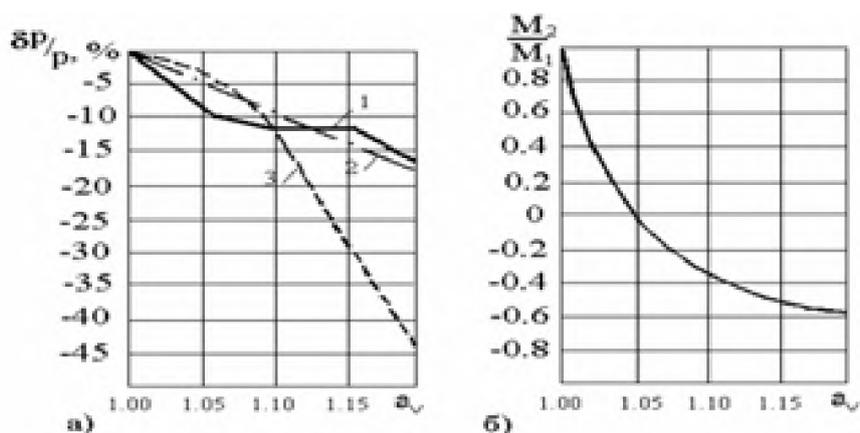


Рисунок 1. Энергосиловые параметры при АП свинцовых образцов на стане 340:  $\Delta P$  - изменение силы прокатки;  $P$  - сила прокатки;  $M_1$  и  $M_2$  - крутящие моменты на ведущем и ведомом валках

Согласно Бровману М.Я., «Из рисунка следует, что опытные и расчетные данные уменьшения силы прокатки до  $a_v = 1.10$  близки по значению. При  $a_v > 1.10$  рассчитанная кривая 3 на рисунке значительно расходится с опытной кривой 1 и рассчитанной кривой 2. Это можно объяснить тем, что формула из работы [8] учитывает только коэффициент асимметрии  $a_u$ , в то

## Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»

время как формула авторов работы [9] учитывает целый комплекс параметров: частоту вращения валков, относительное обжатие, радиус рабочих валков, толщину подката, жесткость полосы и клетки» [8].

В работе Горелика В.С. представлена экспериментальная зависимость отношения крутящих моментов на ведущем и ведомом валках от величины коэффициента асимметрии. «Кривая имеет гиперболический вид и пересекает ось абсцисс в точке, соответствующей  $a_v = 1.05$ . Этот момент соответствует переходу ведомого валка в генераторный режим при отсутствии ещё полной пробуксовки ведущего валка по металлу. Промышленные эксперименты были проведены в условиях чистовой клетки толстолистого стана 3000 Мариупольского металлургического комбината им. Ильича (рисунок 2). При контролируемой прокатке особое значение для формирования всего комплекса служебных свойств готовых листов имеют последние пропуски в чистовой клетке. Для определения допустимого значения коэффициента асимметрии  $a_v$  провели анализ загруженности чистовой клетки стана 3000 по силе прокатки  $P$ , крутящим моментам на ведущем и ведомом валках, суммарному крутящему моменту ( $M$ ) и среднеквадратичному току приводов» [9].

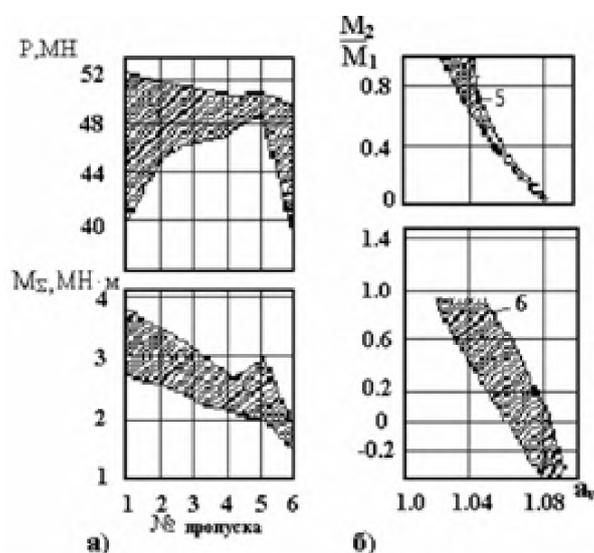


Рисунок 2. Результаты экспериментальных исследований на стане 3000 при обычной (а) и асимметричной (б) прокатке: 5 и 6 - номера пропусков.

«Чистовая клетка стана 3000 рассчитана на максимальную силу прокатки 68,7 МН и крутящий момент 4,9 МН·м. Эксперименты показали, что нагрузка клетки при прокатке в симметричном режиме в двух последних пропусках не превышает 75 % по силе прокатки и 58 % по крутящему моменту (рисунок 2а), что позволяет использовать в них режимы АП» [1].

Исходя из экспериментальных данных авторы работы [1] можно сделали выводы об эффективности асимметричной прокатке в связи с уменьшением силы прокатки до 10% , а следовательно и снижение расхода электроэнергии, получение более точных размеров и хорошее качество поверхности металла.

Асимметричные процессы при производстве листового проката применяются достаточно широко. Так, например, авторами Песиным А.М. и др. изобретено «устройство для получения проката, включающее как минимум две последовательно установленные прокатные клетки, в первой клетки один из валков с гладкой бочкой, а вторая клетка содержит два валка с гладкой бочкой, отличающееся тем, что в первой клетки на рабочей цилиндрической поверхности второго валка выполнены выступы в виде винтовых линий трапецеидального контура, при этом на одной половине цилиндрической поверхности винтовая линия имеет правое

## Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»

направление, а на другой половине - левое направление. Работает устройство следующим образом. При деформировании металла в первой клетке между валком с гладкой бочкой и валком, имеющим выступы в виде винтовых линий трапецеидального контура, металл в очаге деформации перемещается как вдоль оси прокатки, так и перпендикулярно оси прокатки. При этом металл перемещается от средней плоскости валка к краям валка, за счет того, что на одной половине цилиндрической поверхности винтовая линия имеет правое направление, а на другой половине - левое направление. Затем, при деформировании между цилиндрическими валками во второй клетке, металл из обжимаемых выступов течет во впадины, где отсутствует обжатие и за счет этого получает поперечную деформацию. В результате снижается неравномерность вытяжек по ширине прокатываемого металла, повышается плоскостность и снижается серповидность» [10].

Этим же коллективом авторов предложено «устройство для прокатки полосы с клиновидным поперечным сечением включающее последовательно расположенные прокатные клетки с валками, дисковые ножницы, установленные в каждом межклетьевом пространстве, накопители обрез. Недостатком устройства является необходимость осуществления обрезки боковых серповидных участков полосы, что приводит к повышенному расходу металла. Известно устройство для прокатки полосы с клиновидным поперечным сечением, включающее как минимум две последовательно установленные прокатные клетки. Первая клетка содержит ось с насаженными на нее дисками и валок с гладкой бочкой (рисунки 3, 4). Вторая клетка содержит два валка с гладкой бочкой» [11-12].

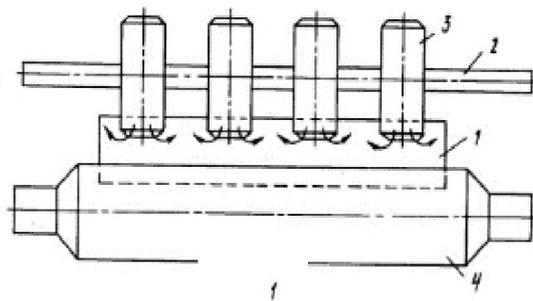


Рисунок 3. Схема деформации металла при обжатии раската между гладким валками и составными валком в виде последовательного ряда дисков

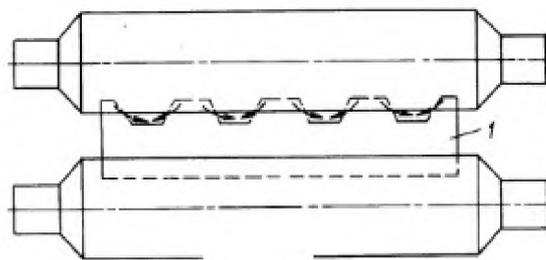


Рисунок 4. Схема обжатия полосы периодического профиля в валках с гладкими бочками

Недостатком устройства является невысокая жесткость системы ось - диски. В процессе прокатки под воздействием усилия со стороны полосы ось деформируется, что приводит к дополнительному искажению формы поперечного сечения профиля полосы, а именно - выпуклой, вогнутой или ассиметричной (например, клиновидной), что приводит к снижению

## Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»

плоскостности, а также дополнительному увеличению серповидности, и является нежелательным. Технической задачей, на решение которой направлена данная модель, является повышение плоскостности и снижение серповидности проката.

В работе Найзабекова А.Б. и Лежнева С.Н. «повышение качества металла толстолистовой стали при незначительном изменении размеров исходной заготовки достигается тем, что прокатка толстых листов осуществляется в валках, включающие верхний и нижний валки с рельефной поверхностью в виде кольцевых проточек, образующих выступы и впадины трапецевидной формы, чередующиеся друг за другом по всей длине бочки валка с шириной трапецевидных выступов меньше ширины трапецевидных впадин (рисунок 5). Наиболее близким к заявленному техническому решению являются валки, содержащие верхний и нижний валки с рельефной поверхностью в виде кольцевых проточек, образующих равные по размеру выступы и впадины трапецевидной формы, чередующиеся друг за другом по всей длине бочки валка [14]. Технический результат, получаемый при использовании изобретения, заключается в способности осуществить в материале заготовки деформацию сдвига и возможности выравнивать прокатанную заготовку в гладких валках при незначительном обжатии. Деформирование осуществляется следующим способом. Из нагревательных печей заготовку подают в рельефные валки, которые вращаются в разные стороны. Заготовка втягивается в зазор между валками и обжимается по высоте. После прокатки ее по всей длине заготовка прокатывается в гладких валках до получения гладкой поверхности. Недостатком известных валков является то, что при выпрямлении в гладких валках заготовки, ранее прокатанной в предложенных валках, происходит существенное изменение начальных размеров исходного материала» [13].

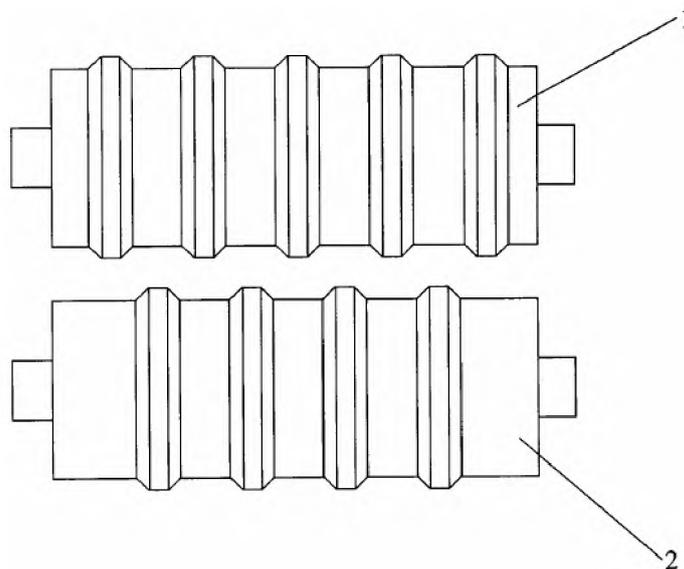


Рисунок 5. Валки для прокатки толстых листов

Следует помнить, что кроме положительных свойств, в процессе прокатки асимметричным способом, могут выступать также отрицательные явления, проявляющиеся в изгибе полосы вне очага деформации, нагрузкой приводов прокатных станов и возможностью существования скольжения в очаге деформации. Поэтому технологию прокатки способом асимметричным, следует вести при таких параметрах, при которых не существуют отрицательные эффекты или они допустимы для определенных условий [15-17].

Рассмотрим «устройство для прокатки, которое предназначено для улучшения качества проката и уменьшения нагрузок на оборудование. Повышение равномерности свойств по толщине листа и равномерное распределение нагрузки на валки в процессе прокатки обеспечивается за счет того, что, по меньшей мере, валки одного комплекта валков, если

## Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»

смотреть в направлении прокатки, являются подвижными относительно станины, причем между опорой для приема валков и станиной по обе стороны опоры для валков предусмотрены соответствующие установочные средства, при этом предпочтительно, чтобы окружные скорости валков, как, например, рабочих валков, были различными» [18].

Авторы работы запатентовали «устройство для получения листового проката, которое включает как минимум две последовательно установленные прокатные клетки, в первой клетке один из валков с гладкой бочкой, а вторая клетка содержит два валка с гладкой бочкой, отличающееся тем, что в первой клетке на рабочей цилиндрической поверхности второго валка выполнены кольцевые выступы, имеющие в осевом сечении валка форму равнобедренной трапеции, причем основание выступа совпадает с более длинной параллельной стороной трапеции, а расстояние между соседними выступами не менее суммы длин параллельных сторон трапеции» [19]. На рисунке 6 представлена модель данного устройства.

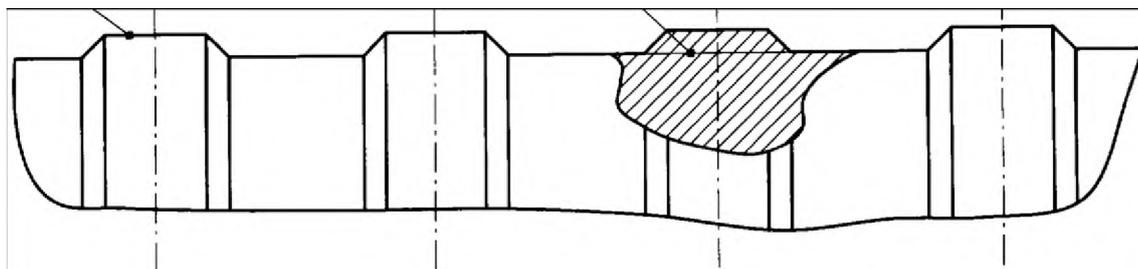


Рисунок 6. Схема расположения выступов на одном из валков первой клетки

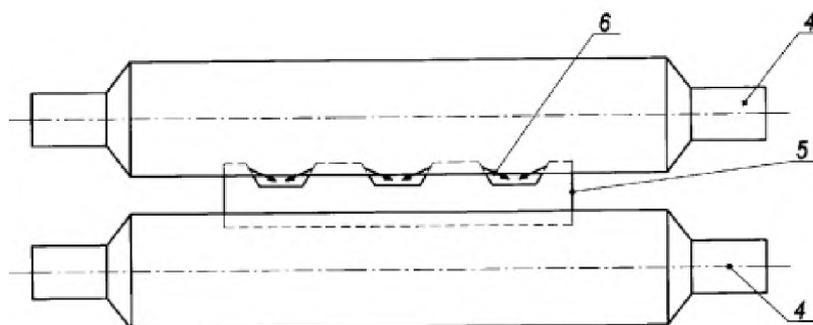


Рисунок 7. Схема деформации металла в первой клетке

Вторая клетка представленная на рисунке 7 содержит два валка с гладкими цилиндрическими рабочими поверхностями. При прокатке полосы в первой клетке между валком с выступами и валком с гладкой бочкой, на одной стороне полосы получают периодический профиль. После этого полосу деформируют во второй клетке в валках с гладкой бочкой. В процессе прокатки металл из обжимаемых выступов течет во впадины по направлению стрелок 6, где обжатие отсутствует. В результате металл течет в поперечном направлении, при этом более толстые участки поперечного профиля полосы обжимаются в большей степени, чем более тонкие участки. В результате повышается плоскостность, снижается поперечная разнотолщинность, а, следовательно, и серповидность.

На примере работ Богатова А.А. и Нухова Д.Ш. рассмотрим «валковый узел черновой клетки листопркатного стана. Он включает гладкие вертикальные неприводные валки, установленные с зазором между ними, равным ширине сляба в исходном состоянии, и приводные горизонтальные валки с профильной рабочей поверхностью в виде кольцевых буртов и ручьев, отличающийся тем, что кольцевые ручьи и бурты выполнены с равными радиусами  $r$  их профилей и отношением расстояния  $e$  между линиями центров

## Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»

полуцилиндрических поверхностей буртов и ручьев к радиусу  $r$ , равным  $s=e/r = 1,8... 1,9$ , при этом валки установлены с зазором, а между кольцевыми буртами, равным  $a=N-4\Delta$ , и с зазором  $b$  между вершинами кольцевых ручьев, равным  $b=N$ , где  $N$  - высота прокатываемой полосы, а  $\Delta = r-e$  - высота сектора окружности кольцевого ручья. Изобретение показано на рисунке 8, где 1 - заготовка; 2 - вертикальные не приводные валки; 3 - горизонтальные приводные валки; 4 и 5 - кольцевые бурты и ручьи на бочке вертикальных валков. Задачей изобретения является повышение качества проката путем интенсификации деформации по всему сечению литой структуры в условиях сжимающих напряжений и знакопеременной деформации заготовки без изменения первоначальной формы. Технический результат данного изобретения, состоит в повышении прочностных и пластических характеристик, улучшении деформационной проработки литой структуры металла, путем дополнительной знакопеременной деформации в условиях сжимающих напряжений, без изменения формы поперечного сечения заготовки» [20].

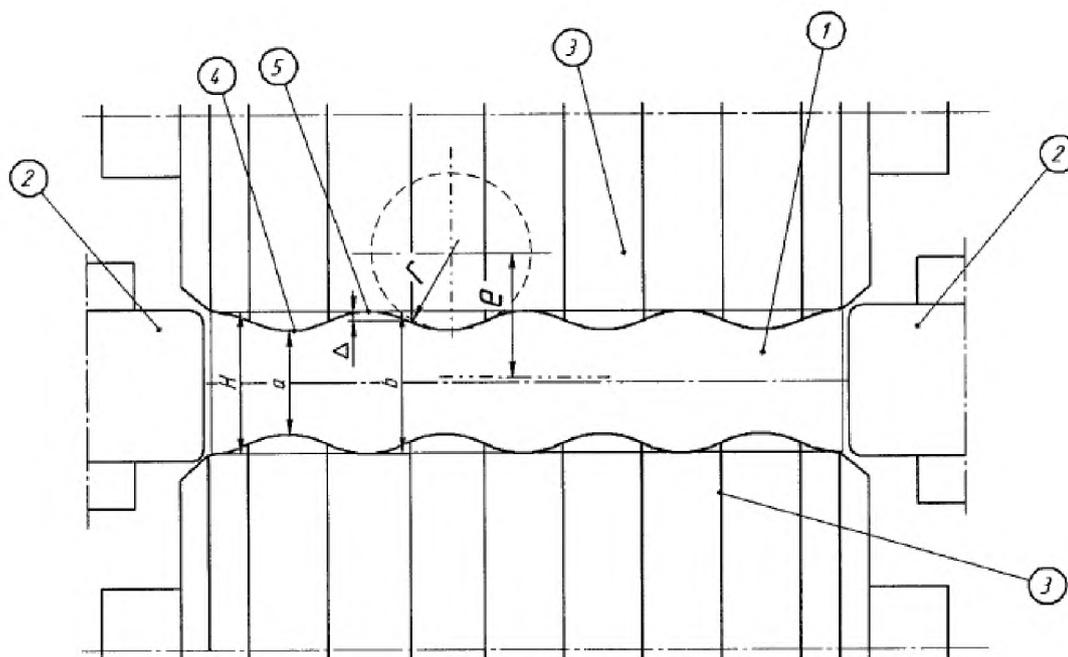


Рисунок 8. Валковый узел черновой клетки листопрокатного стана

### Заключение

Повышение качества металлоизделий в процессе обработки давлением была и остается одной из наиболее актуальных задач современной инженерии. Среди многочисленных способов улучшения качества металлопродукции особое место занимают способы ОМД, реализующие интенсивную пластическую деформацию. Эти способы обработки давлением не просто улучшают исходную литую структуру металла – они способны измельчить исходный размер зерна до ультрамелкозернистого состояния, что в итоге придает металлу значительный рост механических характеристик.

В настоящее время до сих пор ведутся исследования по определению взаимосвязи параметров плоскостности прокатываемых полос с параметрами асимметрии процесса прокатки. В данной работе проведен литературно-патентный обзор способов асимметричной прокатки, а именно рассмотрена прокатка в валках неравного диаметра, прокатка на валках с различными выступами, прокатка с неравными окружными скоростями. В результате выявлено что, наиболее эффективно асимметричная прокатка осуществляется в продольном и

**Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»**

поперечном направлении, следовательно при объединении этих способом можно добиться наилучших результатов.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

- 1 Асимметричная прокатка тонколистовой стали за рубежом / В.С. Горелик, Б.А. Гунько, П.С. Гринчук и др.//Обзорная информация. Сер. Прокатное производство.- Вып. 2.- М.: Черметинформация, 1987.- 21 с.
- 2 Перогив А.А., Смирнов Е.Н., Митьев А.П. Исследование влияния процесса асимметричной прокатки на поперечную деформацию толстых полос // *Металлургия XXI столетия глазами молодых. Материалы всеукраинской научно-практической конференции студентов физико-металлургического факультета ДонНТУ.* - Донецк: ДонНТУ, 2011.- с. 79-80.
- 3 Бельский С.М. Совершенствование технологии формообразования полос и листов на основе развития теории симметричной и асимметричной горячей прокатки. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук, Липецк, 2009.- 376 с.
- 4 Кавалек А.А., Дзя Х.И. Процесс асимметричной прокатки толстого листа Ченстоховский технологический университет, Институт обработки металлов давлением и инженерии безопасности - Ченстохова, Польша. 2012 - С. 345-348.
- 5 Королев, А.А. Коэффициент полезного действия и мощность деформации металла при несимметричной прокатке / А.А. Королев // *Известия вузов. Черная металлургия.* - 1978. - № 2. - С. 160-167.
- 6 Головин А.Ф. Прокатка, Теория продольной прокатки. - СССР: ОНТИ-НКТП, 1934.-221 с.
- 7 А.И. Целиков О направлении сил, действующих на валки и их подшипники, *Вестник металлопромышленности*, 1935, № 3 - 87 с.
- 8 Бровман М.Я. Основные функциональные уравнения асимметричной прокатки// Тезисы докладов IV Всесоюзной научно-технической конференции "Теоретические проблемы прокатного производства".- Днепропетровск, ноябрь 1988.- Ч.1.-С.101-103.
- 9 Горелик В.С., Орнатский Э.А., Митьев А.П. Прокатка толстого листа со скоростной асимметрией // Тезисы докладов IV Всесоюзной научно-технической конференции "Теоретические проблемы прокатного производства".- Днепропетровск, ноябрь 1988.- Ч.2. - С. 17-19.
- 10 Патент РФ № 63720. Устройство для получения листового проката. Песин А.М., Чикишев Д.Н., Блинов С.В., Блинова Е.Е; опубл. 10.06.2007.
- 11 Патент РФ № 66703. Устройство для получения листового проката. Песин А.М., Чикишев Д.Н., Блинов С.В., Блинова Е.Е; опубл. 27.09.2007.
- 12 Патент РФ № 1526855 Способ получения листового проката/Лариков С.П., Песин А.М., Салганик В.М., Чеботов В.М.; опубл. 27.09.2007.
- 13 Патент РК № 14791. Валки для прокатки толстых листов / Найзабеков А. Б., Лежнев С. Н.; опубл. 15.11.2007.
- 14 Остапенко А.Л., Сосковец О.Н., Анохина И.Ю. Валки с кольцевыми проточками // *Металлург.* – 1985.- № 6.-С. 39-40.
- 15 Dyja H., Salganik A. M., Piesin A. M., Kawalek A.: *Kawalek A.: Asymetryczne walcowanie blach grubych w walcowni dwuklatkowej.* Wydawnictwo Wydziału Inżynierii Procesowej// *Materiałowej i Fizyki Stosowanej, Politechniki Częstochowskiej.* Seria Monografie nr 11,2011,186 s.
- 16 Piesin A. M., Salganik V. M., Dyja H., Chikishev D. N., Pustovoitov D. O., Kawalek A.: *Asymmetric rolling // Theory and technology.* 2012, № 5.- S.358-362.
- 17 Lu, J.-S. Analysis of the bending of the rolling materials in asymmetrical sheet rolling / J.-S. Lu, O.-K. Harrer, W. Schwenzfeirer, F.D. Fisher // *International Journal of Mechanical Sciences.* - 2000. - Vol.42. - Issue 1. - P.49-61.

**Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»**

18 Патент РФ № 2414976. Устройство для прокатки, в частности клеть для асимметричной прокатки/ Бройер М., Лангер Х., Мюнкер Й.; опубл. 27.03.2011.

19 Патент РФ № 66704. Устройство для получения листового проката / Песин А. М., Чикишев Д. Н., Блинов С.В., Блинова Е. Е.; опубл. 27.09.2007.

20 Патент РФ № 156711. Валковый узел / Богатов А.А., Нухов Д.Ш.; опубл. 10.11.2015.

А.А. Тымченко, Е.А. Панин

**Жылжу деформацияның қарқындылығын арттырумен таптау тәсілдерінің дамуының заманауи тенденциялары**

**Аңдатпа.** Аталған жұмыста көлденең және бойлық бағыттарда жылжу деформациясын жүзеге асыра отырып, қалың қалыңтырларды асимметриялық таптауға жататын ғылыми-патенттік әдебиетке шолу жүргізілді. Кинематикалық секілді және геометриялық та параметрлер құратын асимметриялық таптау тәсілдері қарастырылды. Осы шолуды жүргізу нәтижесінде асимметриялық таптау бойлық және көлденең бағыттарда жылжу деформациясын тиімді іске асыратыны анықталды. Сәйкесінше, осы тәсілмен біріктіру кезінде ең жақсы нәтижелерге қол жеткізуге болады.

**Түйін сөздер:** ассиметриялық илектеу, табақтарды илектеу, жылдам асимметрия, деформация, ыстық илектеу.

A. Tymchenko, E. Panin

**Modern tendencies of development ways of rolling with intensification of shear deformations**

**Abstract.** This paper reviews the scientific and patent literature related to asymmetric rolling of thick sheets with the implementation of shear deformations in the longitudinal and transverse directions. Asymmetric rolling methods were considered in which asymmetry is created by both kinematic and geometric parameters. As a result of this review, it was revealed that asymmetric rolling effectively implements shear deformation in the longitudinal and transverse directions. Therefore, combining these methods can achieve the best results.

**Key words:** asymmetrical rolling, rolling of plates, deformation, hot rolling, speed asymmetry.

**Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»**

МРНТИ 53.45.03

Е.А. ПАНИН<sup>1</sup>, Н.А. ЛУТЧЕНКО<sup>1</sup><sup>1</sup>(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕТАЛЛА С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

**Аннотация.** В данной работе рассмотрены методы механических испытаний металла и возможность их проведения с помощью математического моделирования методом конечных элементов в программном комплексе DEFORM 3D. В качестве исследуемых параметров исследовались как показатели прочности (предел текучести, предел прочности, микротвердость по Бринелю), так и показатель пластичности (количество перегибов до образования трещины). Показаны перспективы дальнейшей более глубокой оценки качества металла с использованием полученных данных.

**Ключевые слова:** механические характеристики, механические испытания, метод конечных элементов, математическое моделирование, предел текучести, предел прочности, микротвердость по Бринелю.

Конечным этапом при производстве продукции является контроль качества конечных изделий. Основным способом получить представление о качестве являются оценка механических характеристик, таких как: предел текучести, предел прочности, твердость и т.д. Механические характеристики изделия имеют прямую связь с техническими, прочностными и эксплуатационными характеристиками продукта. По ним можно судить о соответствии изделия техническим условиям и нормативам, прописанным в ГОСТах и других нормативных документах.

Данные о механических характеристиках получают при проведении различных механических испытаний в соответствии с требованиями соответствующих ГОСТов. Так как для проведения механических испытаний необходимо специализированное оборудование. По этой причине при разработке новых технологий и процессов на начальном этапе более быстрым и эффективным способом получения представления о механических характеристиках изделия является моделирование механических испытаний методом конечных элементов. Такой способ позволяет получать достаточно объективное представление так как моделирование испытаний проводится на заготовках полученных в результате моделирования процесса деформации и учитывает данные о напряжениях и накопленной деформации.

**1. Испытание на растяжение**

Испытание на растяжение является наиболее распространённым способом. Испытание металлических образцов на растяжение проводится в соответствии с требованиями описанными в ГОСТ 10446-80 (для проволоки) и ГОСТ 1497-84 (для других образцов).

Испытания выполняются на испытательных разрывных машинах в случае испытания прутков или других массивных металлических заготовок с использованием специальных образцов изготавливаемых на металлорежущих станках (рисунок 1).

## Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»

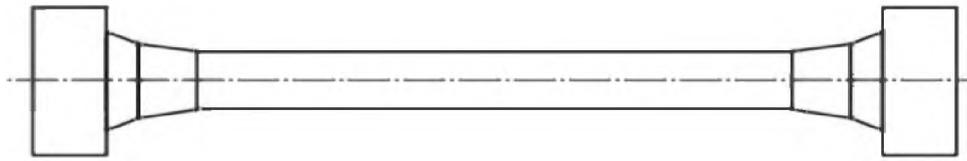


Рисунок 1. Образец для испытаний на растяжение [2]

Испытание на растяжение состоит в приложении к обоим концам заготовки, закрепленных в зажимах разрывной машины, равномерного плавного усилия в противоположных направлениях [1-2]. Наиболее важными характеристиками являются: предел текучести (МПа) и предел прочности (МПа). Эти параметры определяются по диаграмме растяжения автоматически записываемой разрывной машиной. Диаграмма растяжения показана на рисунке 2.

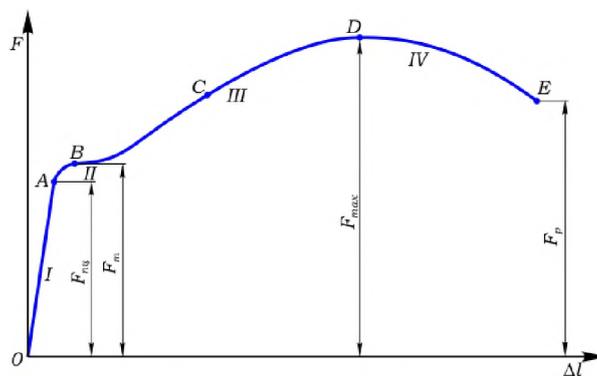


Рисунок 2. Диаграмма растяжения образца

Как видно из рисунка, диаграмма имеет четыре характерных участка:

- I — участок упругости (прямая пропорциональности);
- II — участок текучести;
- III — участок самоупрочнения;
- IV — участок разрушения.

На участке I до точки A деформации стержня  $\Delta l$  растут пропорционально увеличивающейся нагрузке F. На этом участке происходит упругая деформация без пластического изменения металла. После прохождения точки A, соответствующей пределу упругости, начинается участок текучести (II) который заканчивается в точке B соответствующей пределу текучести. В начале участка III наблюдается вертикальный отрезок диаграммы, на этом этапе металле образца начинают происходить изменения и наблюдается эффект его самоупрочнения. После упрочнения усилие повышается, пока не достигает максимального значения в точке D соответствующей пределу прочности образца. В этот момент на образце образуется область локального утонения так называемая «шейка» (рисунок 3), вызванное нарушениями структуры материала. В следствии утонения образца растягивающие усилие уменьшается в плоть до точки E которая соответствует моменту разрыва образца по «шейке»



Рисунок 3. Образец с шейкой

## Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»

По результатам проведенного моделирования механических испытаний в программном комплексе DEFORM-3D получаем диаграмму растяжения со значениями механических характеристик: предел 713 МПа и предел прочности 897 МПа. Диаграмма растяжения и внешний вид образца в начале и конце процесса растяжения показаны на рисунках 4 и 5.

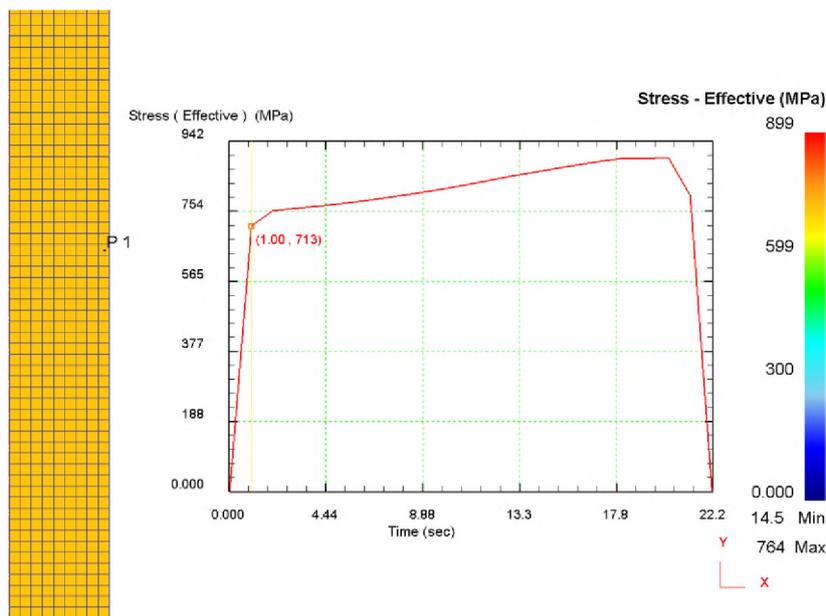


Рисунок 4. Диаграмма растяжения в начале процесса

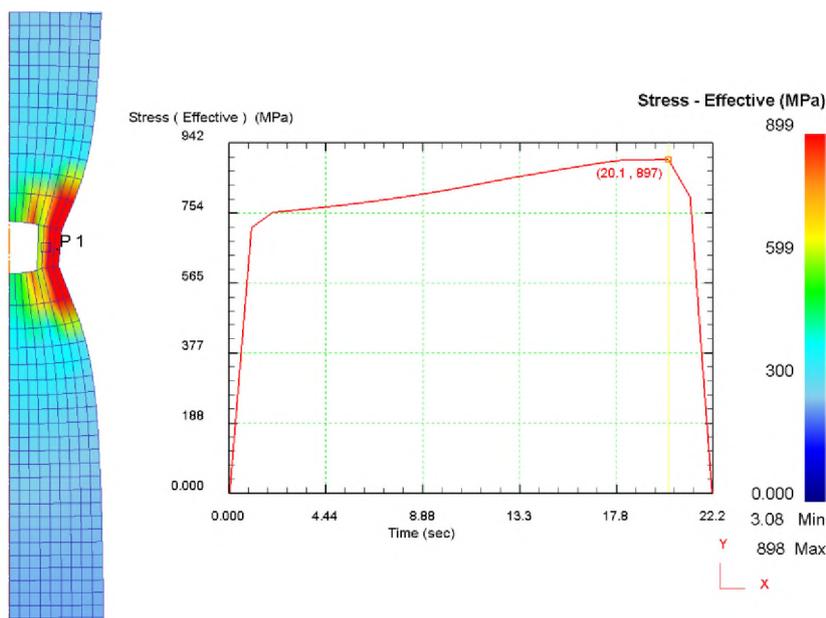


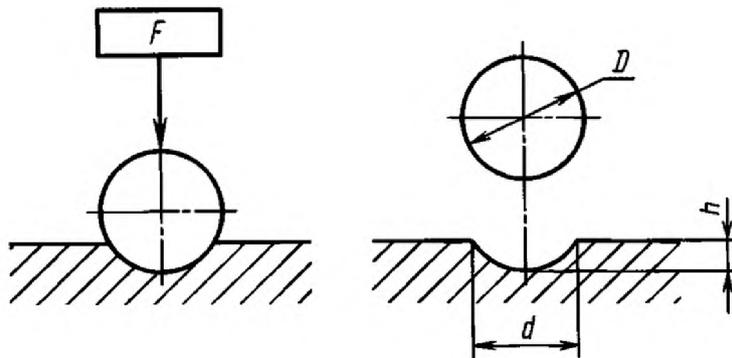
Рисунок 5. Диаграмма растяжения в конце процесса.

## 2. Испытание на твердость по Бринеллю

Сущность метода измерения твердости по Бринеллю заключается во вдавливании (стального или из твердого сплава) в образец под действием усилия, приложенного перпендикулярно к поверхности образца в течении определенного времени, и измерения диаметра отпечатка после снятия усилия [3]. Испытание проводится в соответствии с требованиями, описанными в ГОСТ 9012-59. Шарик с диаметром 1-10 мм вдавливается в

**Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»**

испытуемый образец под действием нагрузки (от 9,807 Н до 29420 Н) на определенное время. Шарик должен иметь твердость не менее 850 HV10. Диаметр шарика, усилие вдавливания и продолжительность выдержки шарика под действием усилия выбирается в соответствии с ГОСТ 9012-59 в зависимости от материала образца. Испытание проводится на приборе для испытания твердости по ГОСТ 23677. Измерение проводят при температуре  $20_{-15}^{+15}$  °С. Процесс испытания проводится следующим образом. Образец устанавливают на столике прибора, после чего подводят к его поверхности шарик, закреплённый в штоке прибора. После чего вдавливают его в образец с плавно нарастающей нагрузкой. После достижения необходимой величины нагрузка на шарик выдерживается в заданное количество времени. Затем приложенную нагрузку снимают, шарик отводят от образца и измеряют диаметр получившегося отпечатка (Рисунки 6-7).



F – усилие вдавливания, D – диаметр шарика, d – диаметр отпечатка, h – глубина отпечатка

Рисунок 6. Схема проведения испытания с обозначения

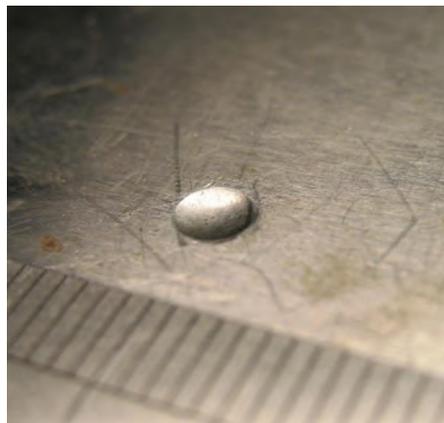


Рисунок 7 – Фото отпечатка.

Определение твердости производят по формуле:

$$HB(HBW) = \frac{0,102 \cdot F}{A} = \frac{0,102 \cdot 2F}{\pi D (D^2 - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad (1)$$

В соответствии с ГОСТ 9012-59 для моделирования заданы параметры испытания: время выдержки наконечника под усилием – 10 секунд,

**Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»**

приложенное усилие ( $F$ ) – 120 кгс,  
диаметр шарика ( $D$ ) – 2 мм.

В результате моделирования диаметр отпечатка шарика ( $d$ ) составил 1,992 мм (Рис. 8).

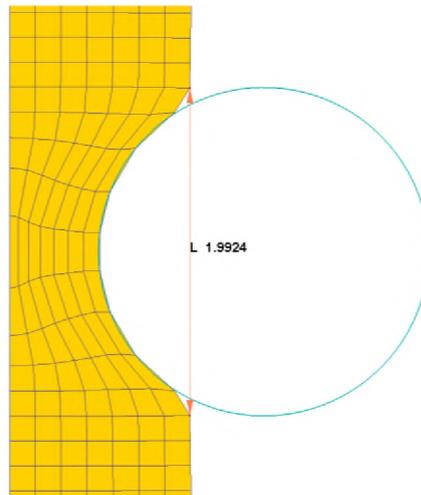


Рисунок 8. Вдавливание шарика в образец

Рассчитаем твердость по Бринеллю используя формулу (1):

$$HB(HBW) = \frac{0,102 \cdot F}{A} = \frac{0,102 \cdot 2 \cdot 120}{3,14 \cdot 2 \left( 2^2 - \sqrt{2^2 - 1,992^2} \right)} = 229$$

Твердость по Бринеллю для испытываемого образца –  $HB=229$

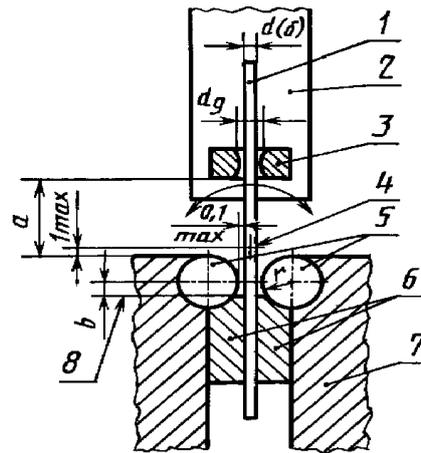
### 3. Испытание проволоки на перегиб

Испытание на перегиб определяет способность проволоки из металлов и сплавов различной формы поперечного сечения диаметром или характерным размером от 0,3 до 10 мм включительно подвергаться пластической деформации при перегибах [4].

Испытание состоит в многократном перегибе на  $90^\circ$  от исходного положения в одну и другую сторону образца, закреплённого с одного конца в зажимах прибора, через цилиндрический валик заданного радиуса (Рисунок 9). Испытание проводится до появления на образце растрескивания

Такие конструкционные параметры испытательной машины как радиус валика  $r$ , расстояние  $a$ , диаметр отверстия поводка  $d_q$  выбирают в зависимости от диаметра проволоки в соответствии с ГОСТ 1579-93. Испытание следует проводить при температуре окружающей среды от  $10^\circ$  до  $35^\circ\text{C}$ . Испытуемый образец вставляют при вертикальном расположении изгибающего рычага в одно из отверстий поводка, как показано на рисунке 9. Нижний конец испытываемого образца закрепляют между зажимными губками так, чтобы испытываемый образец был перпендикулярен к осям цилиндрических валиков. Длина зажимаемого конца образца должна быть не менее высоты губок. Испытуемый образец перегибают на  $90^\circ$  попеременно в противоположных направлениях. Первым перегибом считается загиб свободного конца испытываемого образца на  $90^\circ$  и возвращение его в исходное положение. Следующий перегиб проводят в противоположном направлении, как показано на рисунке 10. Испытание не должно прерываться между последовательными гибом.

## Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»



1 – Испытуемый образец; 2 – изгибающий рычаг; 3 – поводок;  
4 – ось вращения изгибающего рычага; 5 – цилиндрические валики; 6 – зажимные губки;  
7 – тиски; 8 – Ближайшая точка контакта с испытываемым образцом

Рисунок 9. Схема прибора для испытания на перегиб

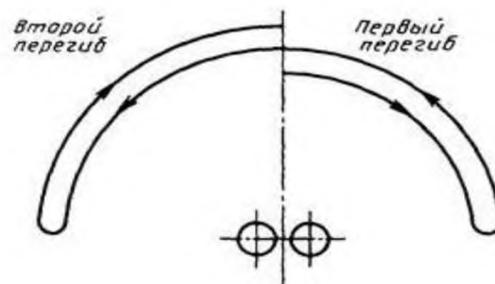


Рисунок 10. Схема гибки образца при испытании

Гибы проводятся с равномерной скоростью, не превышающей одногогиба в секунду. Скорость перегиба при необходимости может быть снижена, чтобы выделяемое при испытании тепло не оказывало влияния на результаты испытаний

Испытание проводят до заданного числа перегибов или до появления растрескивания, видимого невооруженным глазом, или до полного разрушения образца в соответствии с требованиями конкретных стандартов или нормативно-технической документации на проволоку. На рисунке 11 показано образование трещины на образце, использованном при математическом моделировании

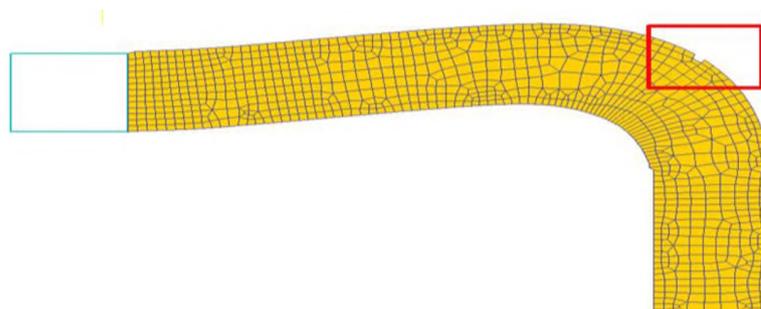


Рисунок 11. Образование трещины на образце при моделировании испытания на перегиб

**Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»**

В результате моделирования испытания на перегиб растрескивание образца началось после 5 гибов.

Полученные таким методом данные о механических характеристиках могут в дальнейшем использоваться для дальнейших квалитетических расчётов с целью получения более полной картины качества металла, полученного после различных способов обработки давлением, и сравнения эффективности этих способов.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

- 1 ГОСТ 10446-80. Проволока. Метод испытания на растяжение – Москва: ИПК издательство стандартов. 2002. – 6 с.
- 2 ГОСТ 1497-84. Металлы. Методы испытаний на растяжение Стандартиформ. 2007. – 26 с.
- 3 ГОСТ 9012-59. Металлы. Метод измерения твердости по Бринеллю – Москва: Стандартиформ. 2007. – 39 с.
- 4 ГОСТ 1579-93. Проволока. Метод испытания на перегиб– Москва: ИПК издательство стандартов. 2005. – 6 с.

Е.А. Панин, Н.А. Лутченко

**Соңғы элементтер әдісі арқылы металдың механикалық сипаттамаларын анықтау әдістемесі**

**Аңдатпа.** Берілген жұмыста металдық механикалық сынау әдістері және оларды DEFORM 3D бағдарламалық кешенінде соңғы элементтер әдісімен математикалық модельдеу арқылы жүргізу мүмкіндігі қарастырылған. Зерттелетін параметрлер ретінде беріктік көрсеткіштері (ағу шегі, беріктік шегі, Бринель бойынша микро қаттылық), сондай-ақ пластикалық көрсеткіші (жарықтың пайда болғанға дейінгі иілу саны) зерттелді. Алынған деректерді пайдалана отырып, металл сапасын одан әрі терең бағалау перспективалары көрсетілген.

**Түйін сөздер:** механикалық сипаттамалар, механикалық сынақтар, соңғы элементтер әдісі, математикалық модельдеу, ағу шегі, беріктік шегі, Бринель бойынша микро қаттылық.

E. Panin, N. Lutchenko

**Method of determination of mechanical characteristics of metal by means of finite element method**

**Abstract.** In this paper, we consider the methods of mechanical testing of metal and the possibility of their implementation using mathematical modeling by the finite element method in the DEFORM 3D software package. As the studied parameters were investigated as strength indicators (yield strength, tensile strength, Brinell microhardness), and the index of plasticity (the number of kinks before the formation of a crack). The prospects of further deeper assessment of metal quality using the data obtained are shown.

**Key words:** mechanical characteristics, mechanical tests, finite element method, mathematical modeling, yield strength, tensile strength, Brinell microhardness.

**Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»**

МРНТИ 53.49.13

Р.М. КУАНЫШБАЕВ<sup>1</sup>, Д.К. МУСИН<sup>1</sup>, Г.Е. АХМЕТОВА<sup>1</sup><sup>1</sup>(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ  
НА СТРУКТУРУ ПРОВОЛОКИ ИЗ СТАЛИ 70**

**Аннотация.** В статье рассматривается микроструктура образцов катанки из стали марки 70, используемой для производства канатов: исходной микроструктуры (до термической обработки) и после термической операции патентирования, полученной по технологии производства ТОО КазМетиз. Проведен анализ качественного и количественного изменения структуры в результате проведения операции патентирования. Определены структура образцов проволоки-катанки из стали марки 70 до и после термической обработки, средний размер и балл зерна.

**Ключевые слова:** катанка, сталь 70, патентирование, микроструктура, размер зерна.

В настоящее время в Казахстане в связи с реализацией программы индустриально-инновационного развития в различных направлениях машиностроения возрастает необходимость в качественных технологиях производства различной продукции метизной продукции: болтов, винтов, гаек, и, в том числе, канатной продукции, изготавливаемой из различных видов проволоки (катанки) [1-3].

Для большинства видов проволоки строго регламентируются механические свойства в состоянии поставки и предъявляются высокие требования к качеству поверхности. Исходным материалом для изготовления канатов является горячекатаная намотанная в бухты сталь – катанка, получаемая прокаткой на проволочных прокатных станках. Сталь, используемая для производства катанки для канатов, в зависимости от назначения и условий эксплуатации готовой продукции, должна удовлетворять требованиям действующих ГОСТов и СНиПов, а также других нормативных документов. Долговечность же стальных канатов определяется качеством используемой для производства специальной проволоки-катанки, которая должна обладать максимально возможной прочностью при высоких пластических свойствах, а также, должна быть пригодной для работы как при статических, так и динамических нагружениях.

Основную массу канатной проволоки изготавливают круглого сечения (~0,75 мм) методом сухого и мокрого волочения с применением процессов термической обработки [4-8].

Предприятие ТОО КазМетиз является одним из лидирующих предприятий по производству проволоки-катанки на территории Карагандинской и других областей Казахстана. Соответственно, особый практический и научный интерес представлял вопрос определения эффективности технология получения высокопрочной проволоки для последующей навивки канатов [5-4].

**Целью** данной работы являлось выявление влияния термической обработки (ТО), а именно патентирования, на структуру стали 70.

**Задачи работы:**

- Определение типа микроструктуры стали 70 до и после операции патентирования.
- Выявление изменения количественных параметров структуры (балл и форма зерна).

На предприятии ТОО КазМетиз согласно действующей технологии производства практикуется несколько этапов термообработки проволоки до и после ее волочения.

Исследуемый образец проволоки стали марки 70(d – 65мм.), из которой на предприятии традиционно изготавливают проволоку для канатов, прошел ряд технологических (термо-

## Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»

механических) операций: последовательный нагрев в 5 зонах термической печи (на протяжении 70 метров) при температурах 960°C, 960°C, 960°C, 945°C, 925°C со скоростью прохода проволоки 4,2 м/мин и проход через свинцовую ванну с температурой расплава 480°C, после чего проволоку охлаждали водой, и наматывали на барабан.

Для исследования структуры стали был проведен ряд лабораторно-практических работ: вырезаны образцы из проволоки-катанки и подготовлены микрошлифы, которые подвергались запрессовке в эпоксидную смолу, шлифовке, полировке и травлению для выявления границ зерен. Для микроструктурного анализа были отобраны 4 образца: 2 небольшого размера до и 2 после ТО.

**Методика проведения исследований** заключалась в следующем:

- вырезку образцов (в вертикальном и горизонтальном сечении) производили на отрезном станке Labotom-3;

- проводили шлифование образцов на шлифовально-полировальном станке TegraPol - 11/-15 с последовательным переходом на все более мелкодисперсную шлифовальную бумагу (100; 200; 500; 800; 1000; 2000; 2500) до полного исключения царапин и рисок;

- также на шлифовально-полировальном станке TegraPol - 11/-15 осуществляли полировку до получения зеркальной поверхности образца (1. диск станка обтягивался специальной тканью фетром (альтернативой может служить бархат или тонкое сукно); 2. Во время полировки на ткань наносили суспензию, содержащую мелкие абразивные частицы ( $Al_2O_3$ ,  $MgO$ ,  $Cr_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ) размером от 6 до 1 мкм).

- для выявления микроструктуры микрошлифы травили в растворе этилового спирта в объеме 5мл и 1,5 мл азотной кислоты с выдержкой в растворе от 15 до 23 секунд;

- полученную микроструктуру образцов исследовали на оптическом металлографическом микроскопе LEICA DM IRM HC.

### Результаты исследований микроструктуры

Микроструктура проволоки стали марки 70 до ТО представлена на рисунке 1.



а) – в вертикальном сечении; б) – в горизонтальном сечении

Рисунок 1. Микроструктура проволоки из стали марки 70 до патентирования, X1000

Исходная микроструктура представляла собой феррито-перлитную смесь зерен, причем перлитные зерна составляли большую часть (структура под микроскопом была темной, из-за большинства темных перлитных зерен). В связи с чем, изображение при фиксировании структуры (фотографировании) освещали для получения более контрастной общей картины зеренной структуры (в целях дальнейшего эффективного и корректного определения балла зерна).



**Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»**

$$\alpha = \frac{1}{m} \quad (3)$$

Средний диаметр зерна  $d_m$ , определяли по формуле:

$$d_m = \frac{1}{\sqrt{m}} \quad (4)$$

Далее проводили сравнение полученных значений  $\alpha$ , и  $d_m$  со значениями соответствующих параметров в таблице 1 и определяли номер величины зерна  $G$  [9].

Таблица 1. Определение балла зерна структур

Номер зерна $G$	Средняя площадь сечения зерна, $a$ , мм	Число зерен на площади 1 мм			Среднее число зерен $N_v$	Средний диаметр зерна $d_m$ , мм	Средний условный диаметр зерна $d_L$ , мм
		минимальное	Среднее	Максимальное			
-3	1	0,75	1	1,5	1	1,0	0,875
-2	0,5	1,5	2	3	2,8	0,707	0,650
-1	0,25	3	4	6	8	0,5	0,444
0	0,125	6	8	12	22,6	0,353	0,313
1	0,0625	12	16	24	64	0,250	0,222
2	0,0312	24	32	48	181	0,177	0,157
3	0,0156	48	64	96	512	0,125	0,111
4	0,00781	96	128	192	1448	0,088	0,0783
5	0 00390	192	256	384	4096	0,062	0,0553
6	0,00195	384	512	768	11585	0,044	0,0391
7	0,00098	768	1024	1536	32768	0,031	0,0267
8	0,00049	1536	2048	3072	92682	0,022	0,0196

Результаты определения микроструктуры зерна проволоки до и после термической обработки занесены в таблицу 2.

Таблица 2. Определение параметров зерен микроструктур стали 70 до и после патентирования

Вид операции	Сечение	N	S	$n_g$	m	a	$d_m$
до ТО	Вертикальное	268	300	34,6	693,2	0,00144	0,038
до ТО	Горизонтальное	251	300	32,46	649,2	0,0015	0,039
после ТО	Горизонтальное	832	300	107,4	2149,5	0,00046	0,021
после ТО	Вертикальное	491	300	63,5	1270	0,00078	0,028

Таким образом, средний размер зерен проволоки-катанки из стали марки 70 после патентирования составил 0,021 мкм, тогда как в образце проволоки до патентирования составлял 0,039 мкм. То есть, после операции патентирования наблюдается явное измельчение зерна, что связано с преобразованием пластин цементита перлита в дисперсный цементит сорбита патентирования. Границы между пластинами феррита и цементита представляют собой непроницаемые барьеры для дислокаций, и предел прочности

**Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»**

патентованной проволоки подчиняется соотношению Холла - Петча, суть которого сводится к тому, что чем меньше размер зерна  $d$ , тем выше показатель предела прочности, и, соответственно, лучше комплекс механических свойств. Данный факт планируется подтвердить рядом последующих механических испытаний.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

- 1 Методика расчёта выработки и трудоёмкости продукции [Электронные данные]. – Режим доступа: <https://megaobuchalka.ru/2/567.html>, свободный.
- 2 Микроструктурный анализ металлов [Электронные данные]. – Режим доступа: <http://mydocx.ru/2-103852.html>, свободный.
- 3 Контрольная работа Опасные факторы при работе лаборанта химика [Электронные данные]. – Режим доступа: <https://www.webkursovik.ru/kartgotrab.asp?id=-130682>, свободный.
- 4 Классификация коррозионных сред [Электронные данные]. – Режим доступа: <https://poisk-ru.ru/s41845t6.html>, свободный.
- 5 Социальные, экологические и экономические аспекты проблемы борьбы с коррозией металлов [Электронные данные]. – Режим доступа: <http://www.tehnoinfo.ru/korroziya/2.html>
- 6 Актуальность и экономические аспекты проблемы коррозии и защиты металлических сооружений [Электронные данные]. – Режим доступа: <http://www.kolbasers.ru/ct/prom/2311/index.shtml>, свободный.
- 7 Волков, Г.М. Материаловедение: Учебник. 2 изд. – М.: Academia, 2019. – 432 с.
- 8 Арзамасов, Б.Н. Материаловедение. – М.: МГТУ, 2008. – 648 с.
- 9 Груздев, В.С. Материаловедение: Учебник. – М.: Academia, 2019. – 432 с.

Р.М. Қуанышбаев, Д.Қ. Мусин, Г.Е. Ахметова

**Термиялық өңдеудің әсерін зерттеу 70 болаттан жасалған сым құрылымына**

**Андатпа.** Мақалада қазметиз ЖШС өндіру технологиясы бойынша алынған патенттеудің термиялық операциясынан кейін және бастапқы микроқұрылымды (термиялық өңдеуге дейін) өндіру үшін пайдаланылатын 70 маркалы болаттан жасалған Катанка үлгілерінің микроқұрылымдары қарастырылады. Патенттеу операциясын жүргізу нәтижесінде құрылымның сапалық және сандық өзгеруіне талдау жүргізілді. Термиялық өңдеуге дейін және кейін 70 маркалы болаттан жасалған сым-Катанка үлгілерінің құрылымы, астықтың орташа мөлшері мен балы анықталды.

**Түйін сөздер:** катанка, болат 70, патенттеу, микроқұрылым, астық мөлшері.

R. Kuanyshbaev, D. Musin, G. Ahmetova

**Study of the influence of thermal processing on the structure of wire from steel 70**

**Abstract.** The article discusses the microstructure of wire rod samples made of steel grade 70 used for the production of ropes: the initial microstructure (before heat treatment) and after the thermal patenting operation obtained by the production technology of KazMetiz LLP. An analysis of the qualitative and quantitative changes in the structure as a result of the patenting operation is carried out. The structure of samples of wire rod made of steel of grade 70 was determined before and after heat treatment, the average size and grain score.

**Key words:** wire rod, steel 70, patenting, microstructure, grain size.

---

---

**Раздел 2**

**Машиностроение.  
Технологические  
машины и транспорт**

**Раздел 2. «Машиностроение. Технологические машины и транспорт»**

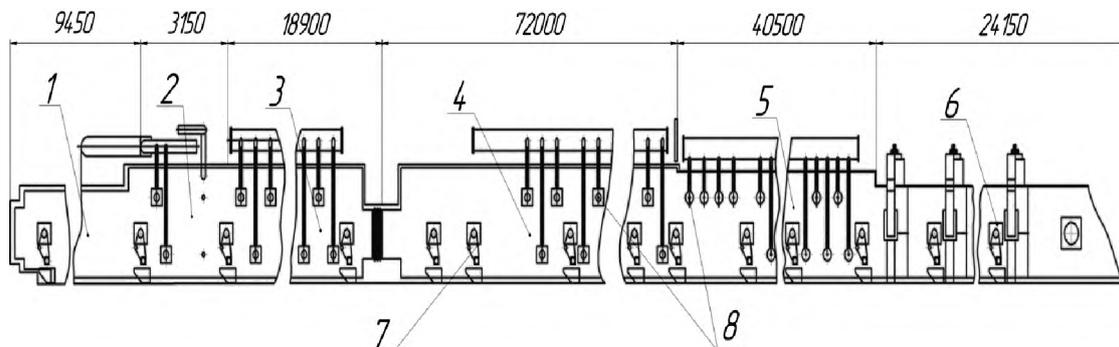
МРНТИ 53.07.05

Н.В. АХМЕТГАЛИНА<sup>1,2</sup>, В.А. ТАЛМАЗАН<sup>1</sup>, С.Ж. КЫДЫРБАЕВА<sup>1</sup><sup>1</sup>(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)<sup>2</sup>(Темиртауский высший политехнический колледж, г. Темиртау, Казахстан)**МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ ПЕЧНЫХ РОЛИКОВ С ВОДООХЛАЖДАЕМЫМ ВАЛОМ**

**Аннотация.** Проведено моделирование теплового состояния роликов с водоохлаждаемым валом печи термохимической обработки АНГА-1700 ЦГЦА АО «АрселорМиталл Темиртау». Выполнен анализ теплового состояния ролика с водоохлаждаемым валом в процессе разогрева, эксплуатации и гашения печи. Выявлены недостатки конструкции роликов с водоохлаждаемым валом.

**Ключевые слова:** печь термохимической обработки, водоохлаждаемый вал, температура, подшипник, моделирование, ролик.

Печь термохимической обработки (ТХО) АНГА-1700 ЦГЦА АО «АрселорМиталл Темиртау» предназначена для термического обезжиривания и рекристаллизационного отжига холоднокатаных полос в восстановительной атмосфере. Общая длина печи составляет 172 метра. В состав печи ТХО входят камеры: подогрева, дожигания, безокислительного нагрева, восстановительного нагрева, выдержки и регулируемого охлаждения, струйного охлаждения (рисунок 1).



1-камера подогрева (КП); 2 - камера дожигания (КД); 3 – камера безокислительного нагрева (КБН); 4 – камера восстановительного нагрева (КВН); 5 – камера выдержки и регулируемого охлаждения (КРО); 6 – камера струйного охлаждения (КСО); 7 – приводные ролики; 8 – горелочные блоки.

Рисунок 1. Печь термохимической обработки

Температура в зонах нагрева и охлаждения печи ТХО представлена в таблице 1.

При температуре нагрева свыше  $1000^{\circ}\text{C}$  в камере безокислительного нагрева применяют ролики с водоохлаждаемым валом, при температурах ниже  $1000^{\circ}\text{C}$  применяют ролики с водоохлаждаемой цапфой.

**Раздел 2. «Машиностроение. Технологические машины и транспорт»**

Таблица 1. Температура в зонах нагрева и охлаждения

Режим термообработки	Температура печи (Тпч) и температура полосы (Тп), °С						
	КБН		КВН		КВО		КСО
	Тпч	Тп	Тпч	Тп	Тпч	Тп	Тп
Отжиг нормализация	800-1200	500-600	780-920	880-740	400-600	300-400	450-500
	900-1200	500-600	870-920	400-880	600-800	500-700	450-500
Отжиг нормализация	800-1200	500-600	800-920	880-740	400-800	300-400	560-600
	880-1200	500-600	870-920	840-880	600-800	500-700	560-600

В камере безокислительного нагрева установлено 12 транспортирующих роликов с водоохлаждаемым валом. Подача и отвод охлаждающей воды осуществляется через узлы специальной конструкции под давлением.

В камерах восстановительного нагрева, выдержки и регулируемого охлаждения, струйного охлаждения установлен 61 ролик диаметром 230 мм с водоохлаждаемой цапфой. Подвод воды производится через патрубки, входящие в полые цапфы, отвод воды из приемных бочков, охватывающих цапфу на выходе.

По данным механослужбы цеха низкой надежностью и долговечностью обладают ролики с водоохлаждаемым валом и цапфами печи термохимической обработки.

В процессе анализа данных эксплуатации роликов выявлен ряд проблем. Вследствие недостаточного охлаждения роликов, возможна деформация бочки роликов (рисунок 2). Деформация бочки роликов, приводит к возникновению биений и разрушению теплоизоляционных уплотнений ролика. Так как подшипники роликов установлены вплотную к броне печи, то происходит выгорание смазки и заклинивание ролика (рисунок 3). Биения ролика приводят к возникновению повышенных динамических нагрузок, что вызывает деформацию цапфы ролика и разрушению привода ролика и подшипников. Разрушение футеровки печи по причине биений роликов может привести к деформации брони печи и заклиниванию остальных роликов печи.



Рисунок 2. Деформация бочки и цапф роликов

**Раздел 2. «Машиностроение. Технологические машины и транспорт»**

Рисунок 3. Следы выгорания смазки подшипников

Наиболее важным фактором, влияющим на надёжность печных роликов, является температура роликов и температурный режим разогрева, эксплуатации и гашения печи. В процессе эксплуатации, и особенно во время остановки рольганга вследствие неравномерного охлаждения в роликах возникают температурные изгибающие напряжения, приводящие к необратимому прогибу. [1, 2, 3].

Цель работы – моделирование теплового состояния ролика с водоохлаждаемым валом в процессе разогрева, эксплуатации и гашения печи.

Моделирование теплового состояния ролика проводили, используя метод конечных элементов, реализованный в программном комплексе DEFORM, разработанном компанией Scientific Forming Technology Corporation (SFTC, США).

Ролик с водоохлаждаемым валом состоит из цапф 1, втулок 2, бочки 3, трубы 4, бобышек 5 (рисунок 4).

В процессе моделирования создавались трехмерные геометрические и конечно-элементные модели, задавались граничные условия теплообмена.

При моделировании были приняты следующие допущения:

- температура по высоте и ширине печи не изменяется;
- начальное распределение температуры в ролике равномерное и равно  $20^{\circ}\text{C}$  [4];
- коэффициент теплоотдачи от водоохлаждаемого вала к воде  $\alpha=20000\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$ , температура воды постоянна и равна  $40^{\circ}\text{C}$  [5];
- некоторые конструктивные элементы (фаски, проточки, шпоночные пазы, сварные швы) при моделировании не учитывались;
- так как максимальная толщина полосы составляет 2 мм и её температура незначительно влияет на тепловое состояние ролика, то её влияние не учитывали.

На рисунке 5 приведён график изменения температуры в печи в процессе моделирования.

Моделировали тепловое состояние четвертой части бочки ролика, втулки, трубы и бобышек. Тепловое состояние цапф не рассматривали, т.к. они находятся за пределами печи. Конструкция ролика симметрична, поэтому при моделировании рассматривали сектор  $90^{\circ}$ .

Материал трубы и бобышек сталь: 15ХМ. Втулки и бочка ролика изготовлены из жаропрочной стали 20Х25Н20С2Л. Коэффициенты теплопроводности и теплоёмкости заданы как функции от температуры [6]; степень черноты металла принимали  $\varepsilon_m=0,6$ .

Для втулки, бочки и в месте сварного шва создали непрерывную конечноэлементную сетку. Между всеми контактирующими поверхностями создали контактные взаимодействия. Величина тепловых потоков на наружную поверхность бочки, втулки и трубы определяется изменением температуры в печи и временем нагрева. Считали, что между бочкой ролика и трубой находится слой, имеющий теплоёмкость и теплопроводность воздуха [5] и перенос тепла происходит за счёт теплопроводности.

**Раздел 2. «Машиностроение. Технологические машины и транспорт»**

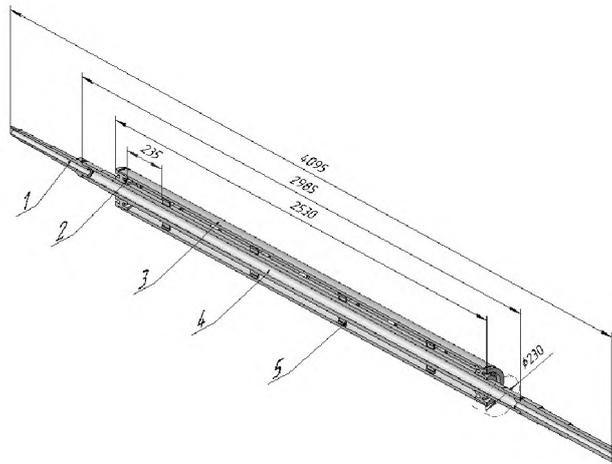
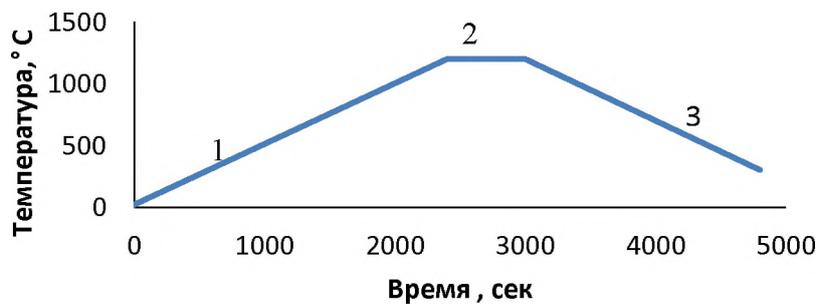


Рисунок 4. Ролик с водоохлаждаемым валом



1-разогрев; 2-эксплуатация; 3- гашение

Рисунок 5. Температура в печи

На рисунках 6-12 приведены результаты моделирования теплового состояния ролика с водоохлаждаемым валом.

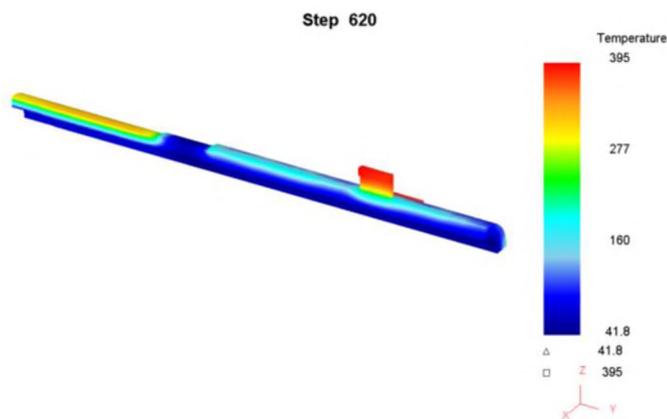


Рисунок 6. Тепловое состояние трубы и бобышек в процессе эксплуатации

**Раздел 2. «Машиностроение. Технологические машины и транспорт»**

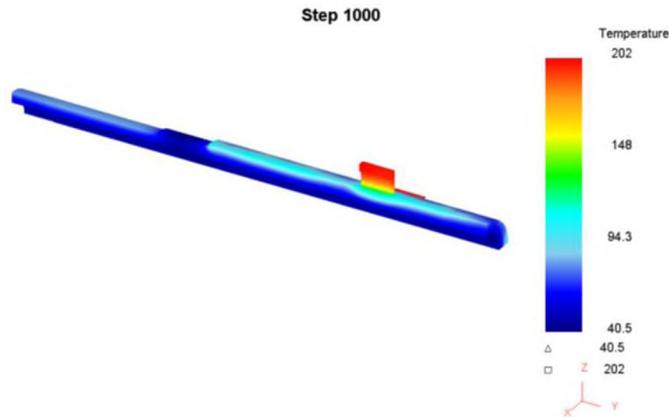


Рисунок 7. Тепловое состояние трубы и бобышек после остановки печи

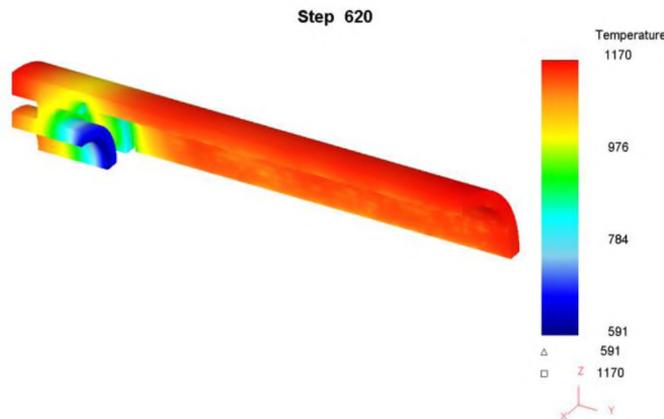


Рисунок 8. Тепловое состояние бочки и втулки в процессе эксплуатации

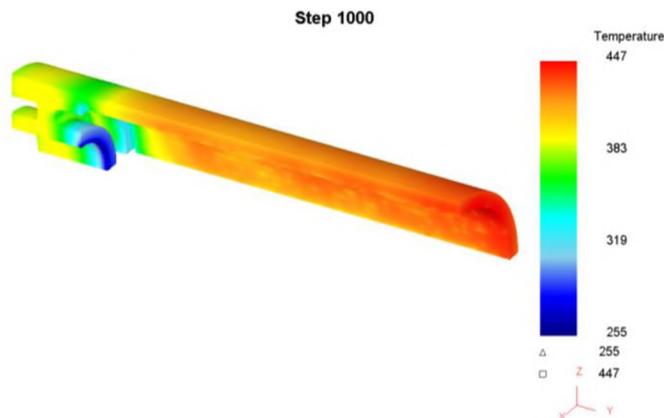


Рисунок 9. Тепловое состояние бочки и втулки после остановки печи

Анализ температурного поля ролика с водоохлаждаемым валом показал, что в процессе эксплуатации в деталях ролика имеют место значительные градиенты температур.

Максимальный градиент температур в трубе появляется на участке, где труба контактирует с атмосферой печи и составляет 257С точки Р1и Р2. Градиент температур в трубе в месте приваривания бобышек составляет 176 С (точки Р3 и Р4) (рисунок 10).

**Раздел 2. «Машиностроение. Технологические машины и транспорт»**

Наибольший градиент температур во втулке составляет 553С (точки P3 и P2, рисунок 11). Градиент температур между точками P1 и P2 составляет 503 С.

В бочке ролика градиент температур по толщине в точках P1 и P2 составляет 126 С, а в точках P3 и P4 – 40 С (рисунок 12). Также в результате неравномерного охлаждения бочки имеет место неравномерное распределение температуры по длине бочки, как в процессе эксплуатации так и после остановки печи (рисунки 13,14).

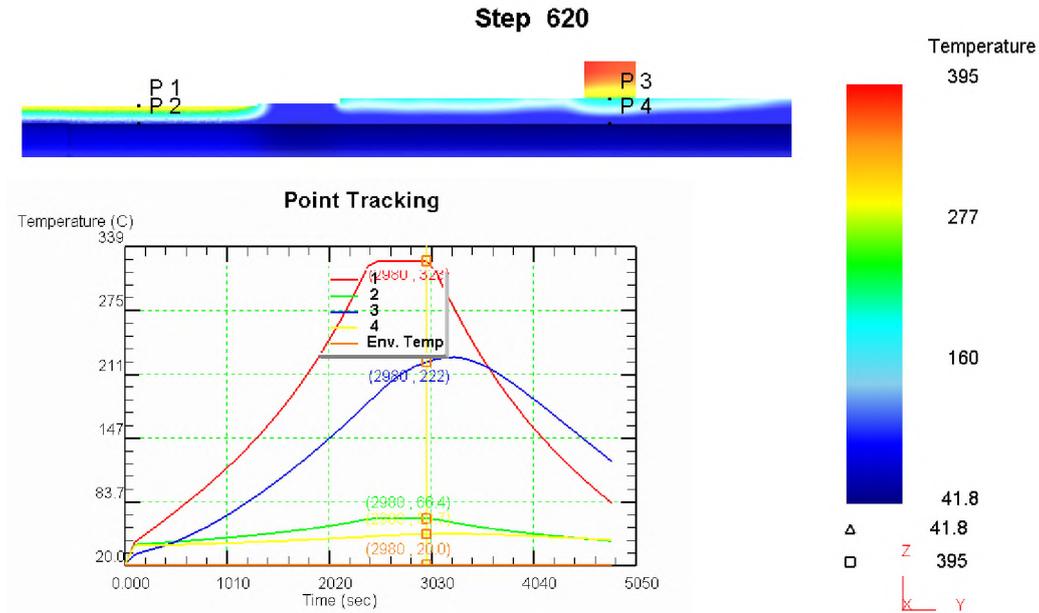


Рисунок 10. Изменение температуры в характерных точках трубы

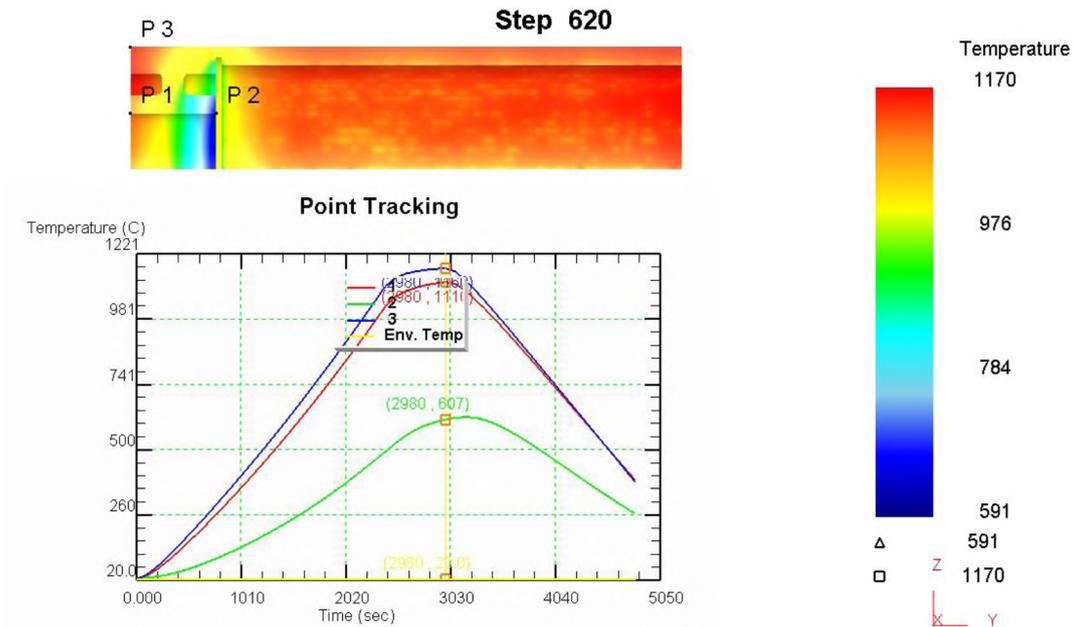


Рисунок 11. Изменение температуры в характерных точках втулки

**Раздел 2. «Машиностроение. Технологические машины и транспорт»**

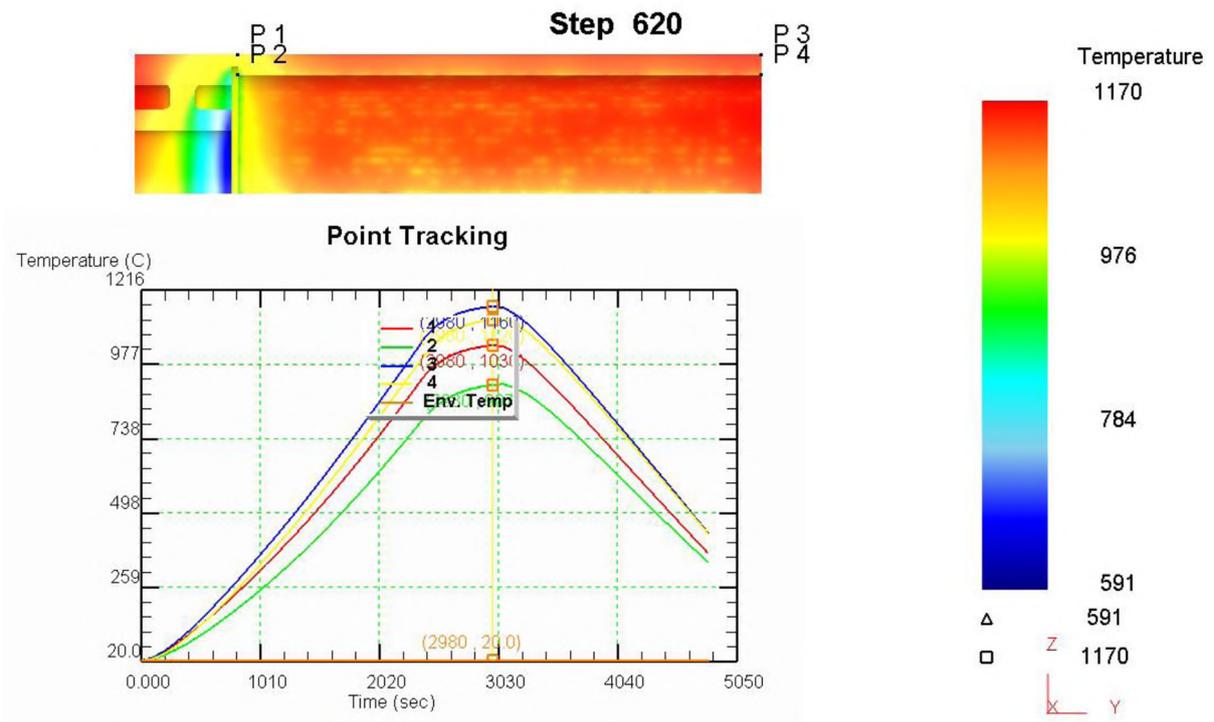


Рисунок 12. Изменение температуры в характерных точках бочки

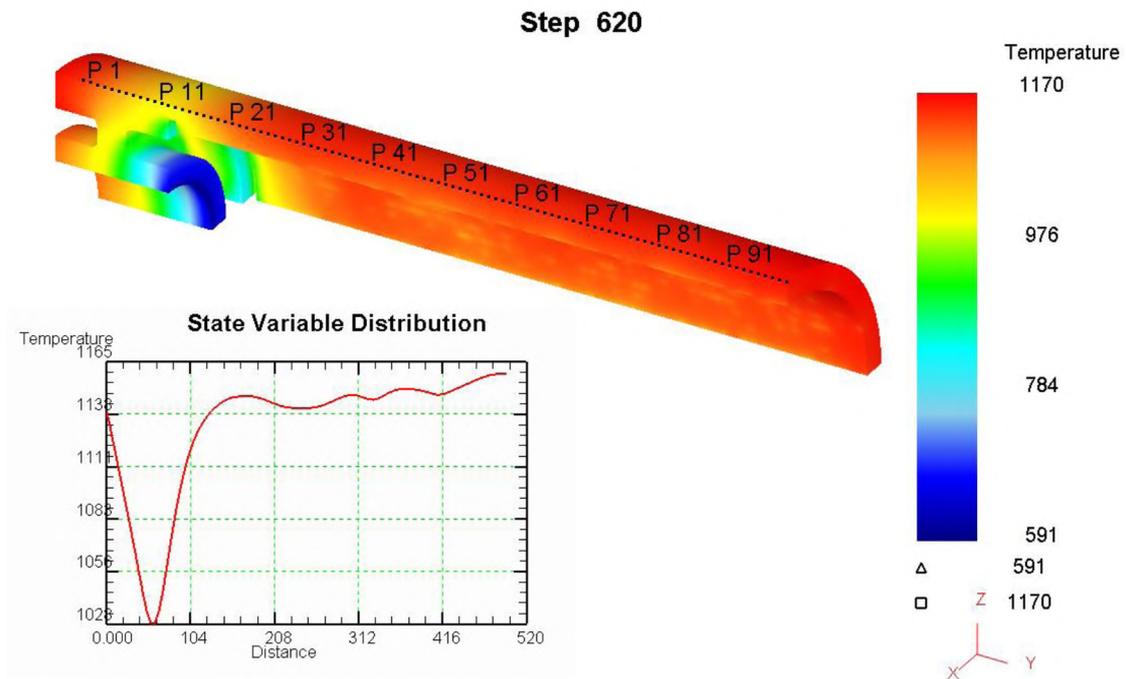


Рисунок 13. Распределение температуры на поверхности бочки ролика в процессе эксплуатации

## Раздел 2. «Машиностроение. Технологические машины и транспорт»

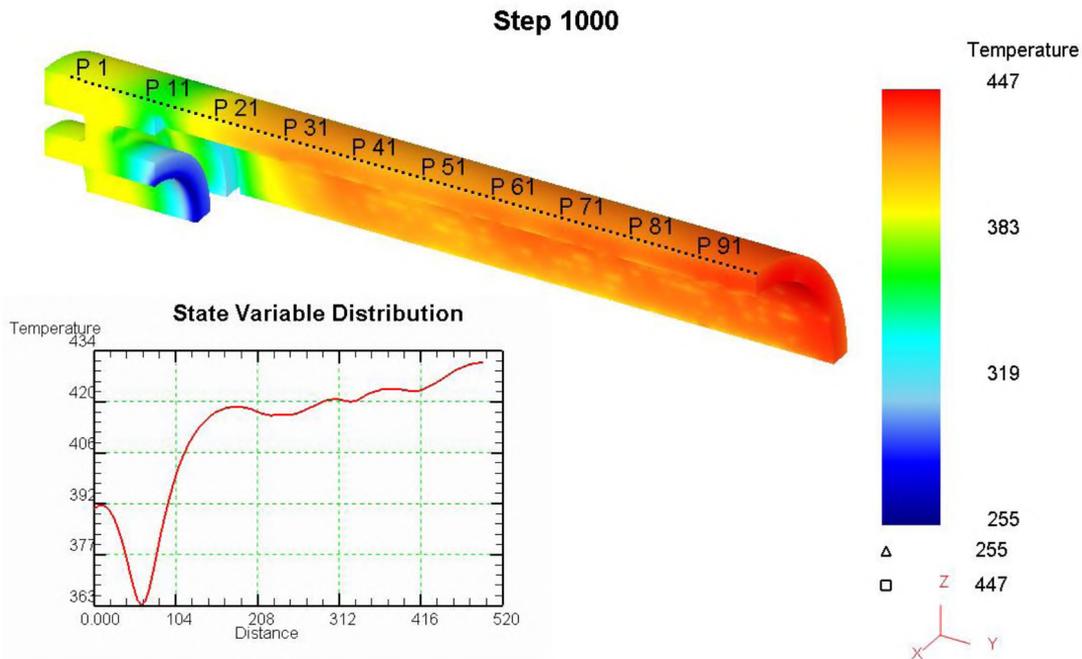


Рисунок 14. Распределение температуры на поверхности бочки ролика после остановки печи

Таким образом, наибольшие градиенты температур в водоохлаждаемом ролике возникают в трубе и втулках, что приводит к образованию температурных изгибающих напряжений, способствующих необратимой деформации трубы, втулок и бочки ролика, что в свою очередь способствует заклиниванию подшипников и аварийной остановке печи. В месте контакта бочки ролика с втулкой также образуется значительный градиент температур.

Кроме того, одной из причин выхода из строя роликов является разрушение шпонки, соединяющей втулку с трубой. Уменьшение температурного градиента в месте контакта втулки и трубы будет способствовать снижению температурных напряжений и увеличению долговечности шпонки. [7].

Как показали результаты моделирования, в процессе эксплуатации ролика температура бочки и втулки на 30-60°C превышает допустимое значение 1100°C для стали марки 20X25H20C2Л. Применение для бочки и втулки более жаропрочных материалов и усовершенствование конструкции ролика позволит уменьшить остаточный прогиб и увеличить долговечность роликов.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Постольник Ю.С., Геденко А.А., Фролова Л.В. Термонапряженное состояние водоохлаждаемых валов роликов печных рольгангов. В сб.: Известия высших учебных заведений, черная металлургия. - М.: Металлургия, 1983. - № 4. - С. 97-100.
- 2 Бровман М.Я., Полухин В.П. Повышение надежности бандажированных валков и роликов. - Сталь, 2007-№6. - С. 43-45.
- 3 Лях А.П. Опыт эксплуатации и увеличение долговечности печных роликов/ А.П. Лях, А.А.Филатов, О.А.Кувшинников, И.Н.Тасиц, В.Ф.Харламов. -Сталь №2. - 2005. - С. 68-69
- 4 Василькова С.В. Расчет нагревательных и термических печей / С.В. Василькова, М.М. Генкина, В.Л. Гусовский, В.М. Тымчак. -М: Металлургия.1983. - 479 с.
- 5 Тылкин М.А. Справочник термиста ремонтной службы. - М: Москва 1981. -648 с.

**Раздел 2. «Машиностроение. Технологические машины и транспорт»**

6 Сорокин В.Г., Волосникова А.В., Вяткин С.А. Марочник сталей и сплавов. – М.: Машиностроение, 1989. – 640 с.

7 Тылкин М.А., Яловой Н.И., Полухин П.И. Температуры и напряжения в деталях металлургического оборудования. – «Высшая школа», 1970. –428 с.

Н.В. Ахметгалина, В.А. Талмазан, С.Ж. Кыдырбаева

**Сумен салқындатылатын білікті дөңгелекшелі пештердің жылулық күйін моделдеу**

**Андатпа.** «АрселорМиталл Теміртау»АҚ ҰМАЦ 1700 АНГА термохимиялық өңдейтін сумен салқынтатылатын білікті пешегі дөңгелекшелердің жылулық күйін моделдеу қарастырылған. пешті пайдалану, қыздыру және сөндіру кезіндегі процестерде сумен салқындатылатын білікті пештің дөңгелекшелерінің жылулық күйіне талдау жасалған. Сумен салқындатылатын білікті пештің дөңгелекшелерінің конструкциясының кемшіліктері анықталған.

**Түйін сөздер:** термохимиялық өңдеу пеші, суды суытатын білік, температура, мойынтірек, моделдеу, шығыршық.

N. Akhmetgalina, V. Talmazan, S. Kydyrbaeva

**Modeling the heat condition of furnace rollers with a water-cooled shaft**

**Abstract.** The thermal state of the rollers with the water-cooled shaft of the thermochemical treatment furnace ANGA-1700 in Hot galvanizing and aluminizing plant (HGAP) ArcelorMital Temirtau JSC was simulated. The analysis of the thermal state of the roller with a water-cooled shaft during the heating, operation and extinguishing of the furnace is carried out. Design flaws of rollers with a water-cooled shaft are revealed.

**Key words:** thermochemical treatment furnace, water-cooled shaft, temperature, bearing, modeling, roller.

**Раздел 2. «Машиностроение. Технологические машины и транспорт»**

МРНТИ 55.16.24

А. А. КОЖЕМЯКИН<sup>1</sup>, Е. А. ПАНИН<sup>1</sup><sup>1</sup>(Карагандинский государственный индустриальный университет, Темиртау, Казахстан)**МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАКРЫТИЯ ВНУТРЕННИХ ДЕФЕКТОВ ПРИ РАВНОКАНАЛЬНОМ УГЛОВОМ ПРЕССОВАНИИ**

**Аннотация.** В данной статье представлена работа по исследованию залечивания внутренних дефектов при реализации интенсивной пластической деформации в процессе равноканального углового прессования. Исследование проводилось в ходе математического моделирования в программном комплексе DEFORM. Прессование осуществлялось в матрице РКУП с углом наклона канала  $160^{\circ}$  для трех заготовок со сквозными отверстиями в верхней, нижней части и по середине заготовки, что имитировали внутренний дефект. По прохождении матрицы для всех трех заготовок высчитывалась объемная доля дефекта в поперечном сечении, для осуществления последующих выводов.

**Ключевые слова:** сдвиговая деформация, интенсивная пластическая деформация, равноканальная угловая матрица, залечивание дефектов, объемная доля дефекта, DEFORM.

Получение высококачественного металла является основной задачей ОМД. Зачастую исходные заготовки имеют определенные внутренние дефекты (поры, несплошности и т.д.). Залечивание этих дефектов возможно путем реализации интенсивной пластической деформации (ИПД).

В работе [1] говорится, что при выборе механических схем деформаций предпочтение должно отдаваться схемам, где реализуется чистый сдвиг, так как в этом случае затрачивается минимальное количество энергии на деформацию, достигается максимальная и однородная проработка заготовки по сечению, обеспечиваются получение структуры с заданными физико-механическими свойствами, заваривание несплошностей и т. п.

Сдвиговые явления при обработке металлов давлением определяют, как образование макротрещин, так и деформационное воздействие на литой металл. Главное свойство – сдвигаться по линиям скольжения, – определяющее макромеханизм течения, сохраняется для тел с любым реологическим поведением [1].

Несмотря на современный уровень развития технологий виртуальных вычислений, основным методом исследования какого-либо технологического процесса остается физический эксперимент. Поскольку только в натурном опыте, имеется возможность учесть все параметры, оказывающие влияние на исследуемый процесс. В то же время, проведение только физических экспериментов – задача весьма нерациональная, требующая больших затрат сил, времени и материальных средств.

Неплохим компромиссом будет являться использование программных комплексов виртуального моделирования, которые позволяют провести симуляцию изучаемого процесса, учесть практически все параметры, влияющие на него, а также провести оптимизацию исследуемого процесса, т.е. определить значения всех зависимых параметров, при которых исследуемый процесс будет протекать наиболее стабильно. После этого, при проведении физического эксперимента с оптимальными значениями, результат будет наиболее успешным, без отбраковки заготовки или поломки оборудования.

Математическое моделирование и исследование кинематики течения проводились на основе метода конечных элементов в программе Deform 3D. Для создания геометрии матрицы,

## Раздел 2. «Машиностроение. Технологические машины и транспорт»

заготовок, пуансона и направляющих была использована программа твердотельного моделирования КОМПАС 16, с сохранением готовой геометрии в формате STL.

Для того чтобы металл сдвигался по линиям скольжения была создана виртуальная равноканальная угловая матрица с протяженностью канала в 30 мм и углом в  $160^{\circ}$ , ширина канала 25 мм. По бокам канала были спроектированы боковые стенки, что не позволяли отклоняться заготовке от оси движения пуансона, что двигался со скоростью 3 мм/сек. Пуансон имеет сечение 20 x 20 мм. Для того, чтобы заготовка не отклонялась от движения пуансона при заходе в канал, при помощи команды «интерференция» были спроектированы и выставлены направляющие для заготовки по четырем осям. Вид матрицы сбоку без боковых стенок показан на рисунке № 1. Значения коэффициента трения в матрице и в направляющих были заданы самые минимальные 0,1, как рекомендуемое значение для осуществления прессования.

Для осуществления сдвиговой деформации необходима температура 0,4 от температуры плавления и ниже для предотвращения рекристаллизации температура заготовки – не более  $700^{\circ}\text{C}$  (для получения требуемого значения сопротивления деформации и отсутствия процесса рекристаллизации) [2]. В качестве материала заготовки будет выступать алюминиевый сплав 6063 (0.7% Mg; 0.58% Si;  $\leq 0.35\%$  Fe;  $\leq 0.1\%$  Cu;  $\leq 0.1\%$  Mn;  $\leq 0.1\%$  Cr;  $\leq 0.1\%$  Zn;  $\leq 0.1\%$  Ti; Al – остальное содержание), что будет имитировать физико-химические свойства стали 35, нагретой до температуры  $700^{\circ}\text{C}$ . Данный материал выбран на основе дальнейших исследований, что будут осуществляться для сравнительного анализа с практическими экспериментами, проводимых с Al 6063.

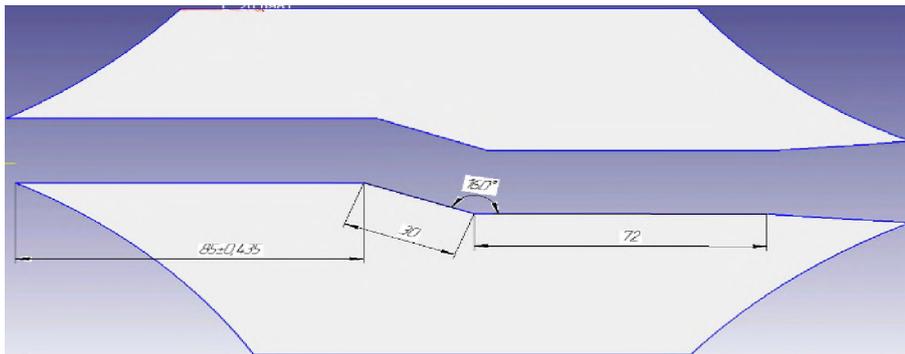


Рисунок 1. РКУП матрица, вид сбоку

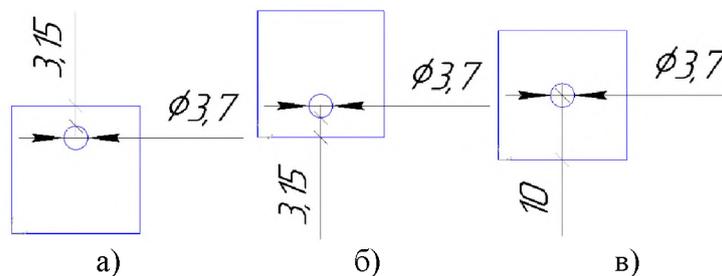


Рисунок 2. Поперечное сечение исходной модели заготовок:

- а) с отверстием в верхней части заготовки, б) с отверстием по середине заготовки, в) с отверстием в нижней части заготовки.

**Раздел 2. «Машиностроение. Технологические машины и транспорт»**

Для непосредственного исследования влияния РКУП на закрытие внутренних дефектов в трех исходных заготовках сечением 20 x 20 мм были проделаны сквозные отверстия, имитирующие сами дефекты. Сквозные дефекты имеют диаметр  $D = 3,7$  мм, что составляет 2,7 % от исходной площади поперечного сечения  $S = 400$  мм. Поперечное сечение трех заготовок представлено на рисунке 2.

Хотя точность STL-отрисовки была установлена 0,05, а количество конечных элементов в заготовке составляло 100000, при постройке данной модели в DEFORM круг принял форму многоугольника, пример дан на рисунке 3.

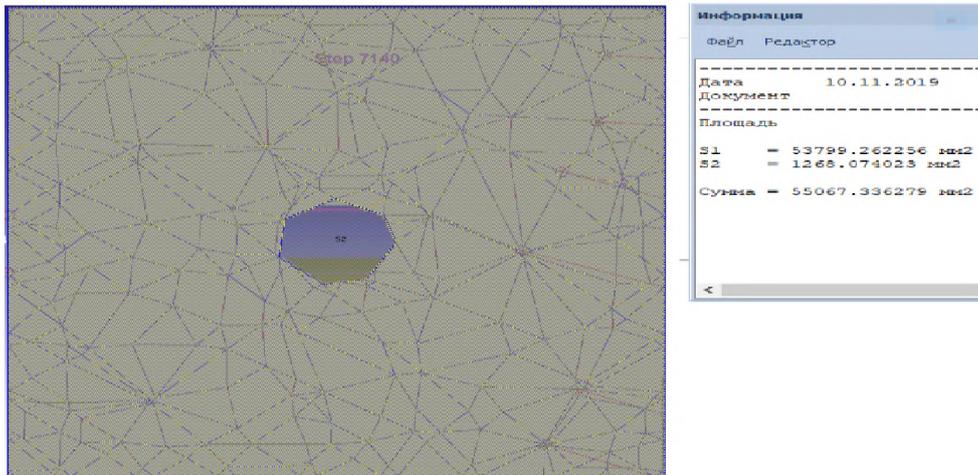


Рисунок 3. Поперечное сечение заготовки с отверстием по середине, импортированной в DEFORM, с измеренной площадью поперечного сечения в масштабе 11,73 к 1 в КОМПАС 3D.

Для измерения площади поперечного сечения заготовки и отверстия на рисунке 3, 5, 6, 7 скриншот из DEFORM с заранее нанесенным размером  $l_1$  переносился в КОМПАС, затем размер  $l_1$  измерялся и получалось значение  $l_2$ . В последствии для измерения масштаба  $M$  было использовано следующее выражение:

$$M = \frac{l_2}{l_1} = \frac{27,74}{2,365} = 11,73. \tag{1}$$

После нахождения масштаба, для нахождения площадей, было произведено оконтуривание отверстия и заготовки. Значения площадей заготовки и отверстия после произведения масштабирования будут таковыми:

$$S_{заг} = \frac{S_1}{M^2} = \frac{53799,3}{11,73^2} = 391,0 \text{ мм}^2, \tag{2}$$

$$S_{отв} = \frac{S_2}{M^2} = \frac{1268,07}{11,73^2} = 9,22 \text{ мм}^2. \tag{3}$$

Таким образом сумма площадей поперечного сечения заготовки и отверстия составляет:

$$\sum S = S_{заг} + S_{отв} = 391 + 9,22 = 400,22 \text{ мм}^2. \tag{4}$$

## Раздел 2. «Машиностроение. Технологические машины и транспорт»

Погрешность при данном методе расчета суммы площадей составляет:

$$Z_{\Sigma} = \frac{\sum S - S_{\text{исх}}}{\sum S} \cdot 100\% = \frac{400,22 - 20 \cdot 20}{400,22} \cdot 100\% = 0,05\% . \quad (5)$$

Поскольку форма дефекта имеет форму многоугольника, а не круга, было принято решение рассчитать погрешность площади, возникшую при построении дефекта в DEFORM. Для этого необходимо рассчитать площадь круглого дефекта, построенного в КОМПАС.

$$S_{\text{омв.компас}} = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 3,7^2}{4} = 10,75 \text{ мм}^2, \quad (6)$$

$$Z_{\text{омв}} = \frac{S_{\text{омв}} - S_{\text{омв.компас}}}{S_{\text{омв}}} \cdot 100\% = \frac{9,22 - 10,75}{9,22} \cdot 100\% = 16,6\%, \quad (7)$$

где:  $D$  – диаметр отверстия, при построении в КОМПАС.

Погрешность при построении дефекта в DEFORM не имеет важного значения, поскольку формоизменение дефекта и степень его залечивания наблюдается в зависимости от объемной доли дефекта в поперечном сечении заготовки. Объемная доля дефекта в поперечном сечении заготовки рассчитывается по формуле:

$$I_{\text{исх}} = \left( \frac{S_{\text{заг}} - S_{\text{омв}}}{S_{\text{заг}}} \cdot 100\% \right) - 100 = \left( \frac{391 - 9,22}{391} \cdot 100\% \right) - 100 = 2,36\% . \quad (8)$$

На рисунке 4 изображен процесс задачи заготовки в начале операции и конец операции прессования, для наглядности без боковых стенок матрицы и боковых направляющих для задачи заготовки.

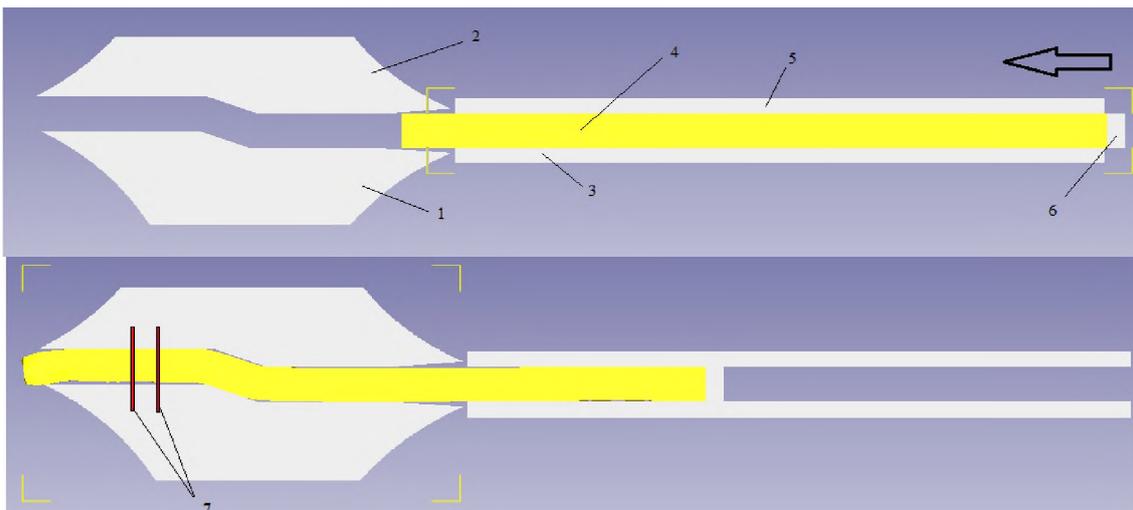


Рисунок 4. Процесс начало и конец прессования в РКУП матрице:

- 1 - нижняя половина матрицы, 2 – верхняя половина матрицы, 3 – нижняя направляющая для задачи заготовки, 4 – заготовка, 5 – верхняя направляющая для задачи заготовки, 6 – пуансон, 7 – область контроля формоизменения заготовки.

**Раздел 2. «Машиностроение. Технологические машины и транспорт»**

После проведения моделирования, из контрольной области, что указана на рисунке 4, в DEFORM был произведен разрез пластины толщиной 1мм, для наблюдения за формоизменением дефекта и расчёта его площади и площади поперечного сечения по методике, описанной выше. Вид поперечного сечения в контролируемой области для заготовок с отверстиями в верхней части, в нижней части и по середине изображен на рисунках 5, 6, 7.

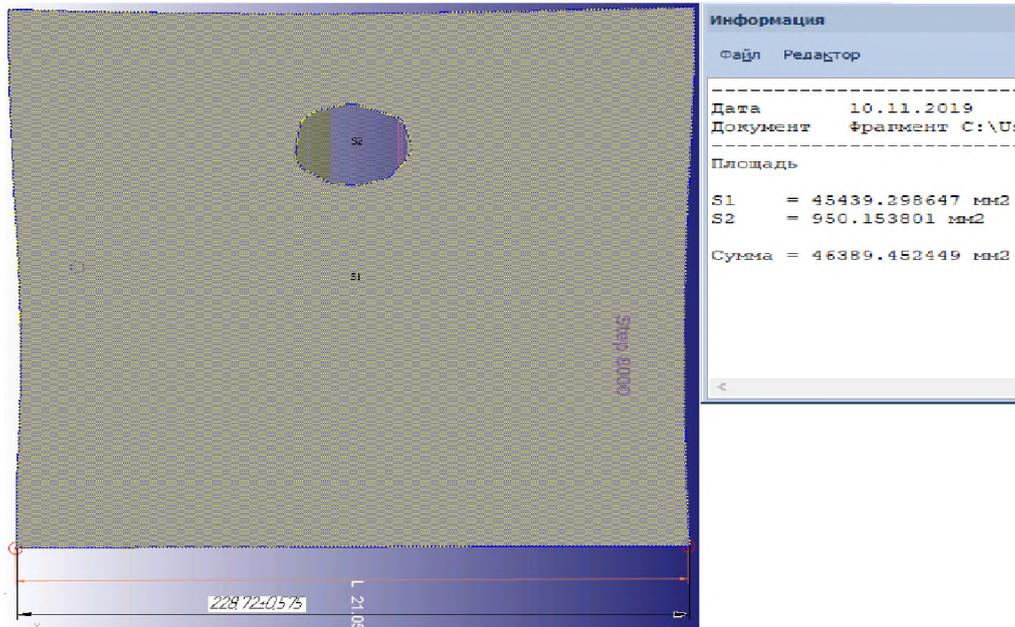


Рисунок 5. Поперечное сечение в контролируемой области заготовки с отверстием в верхней части

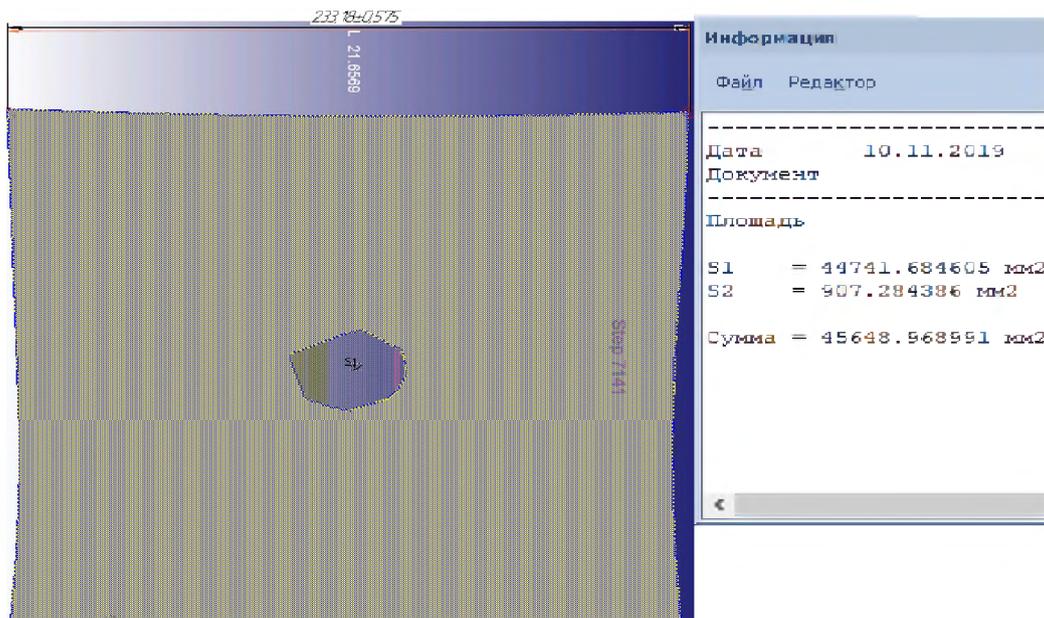


Рисунок 6. Поперечное сечение в контролируемой области заготовки с отверстием в средней части

## Раздел 2. «Машиностроение. Технологические машины и транспорт»

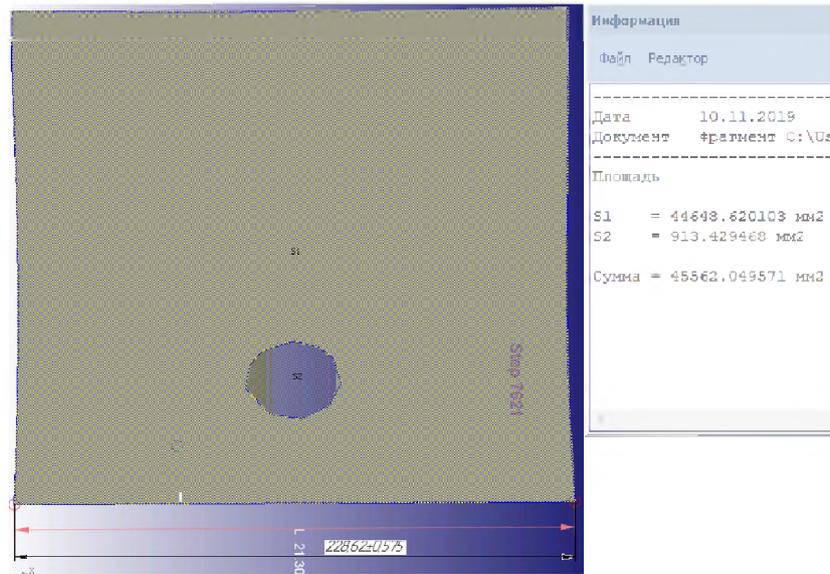


Рисунок 7. Поперечное сечение в контр. области заготовки с отверстием в нижней части

В моделируемых процессах, отверстие, имитирующее дефект приобретает овальное сечение, ввиду расширения и сужения поперечного сечения заготовки по двум перпендикулярным друг другу осям.

Проведя расчет по формулам (1), (2), (3), (4), (8) исходя из данных, приведенных на рисунках 5, 6, 7 имеем следующие значения, приведенные в таблице 1.

Таблица 1. Нахождение объемной доли дефекта в поперечном сечении заготовки

Расположение дефекта	S поперечного сечения заготовки, мм <sup>2</sup>	S поперечного сечения дефекта, мм <sup>2</sup>	S суммарная, мм <sup>2</sup>	Объемная доля дефекта, %
Исходный дефект	391,0	9,22	400,2	2,36
В верхней части	384,57	8,04	384,57	2,09
В средней части	385,72	7,82	385,72	1,99
В нижней части	387,8	7,93	387,80	2,00

## Выводы:

Таким образом, в ходе моделирования было установлено, что процесс закрытия дефектов при РКУП наиболее сильно происходит в нижних и центральных слоях заготовки, при наклоне канала матрицы вверх, где как правило происходит наиболее высокая степень сдвиговой деформации [2].

При РКУП с углом матрицы в 160°, после прохождения матрицы наиболее интенсивно дефект залечивается на 16% от изначальной своей величины.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Петров В.А., Котелкин А.В., Найзабеков А.Б. и др. Развитие процессовковки металлов и сплавов в СССР// Черная металлургия: Бюл. института «Черметинформация». -М., 1985.- Вып.10. - С.12-2

**Раздел 2. «Машиностроение. Технологические машины и транспорт»**

2 Панин Е.А. Разработка и исследование нового инновационного процесса "прокатка - прессование" для получения ультрамелкозернистой структуры металла. – Респ. Болгария, София 2017. – 161 с.

А.А. Кожемякин, Е.А. Панин

**Ішкі ақауларды жабуды модельдеу тең арналы бұрышпен престеу**

**Андатпа.** Аталмыш мақалада ұсынылған жұмыс зерттеу залечивания ішкі ақауларды іске асыру кезінде қарқынды пластикалық деформация процесінде равноканального бұрыштық престеу. Зерттеу DEFORM бағдарламалық кешенінде математикалық модельдеу барысында жүргізілді. Престеу РКУП матрицасында жоғарғы жағында, төменгі бөлігінде және дайындаманың ортасында тесігі бар үш дайындамаға арналған 1600 арнаның еңіс бұрышымен жүзеге асырылды, бұл ішкі ақауды еліктеді. Матрицадан өту бойынша барлық үш дайындамалар үшін келесі қорытындыларды жүзеге асыру үшін көлденең қимадағы ақаудың көлемді үлесі есептелді.

**Түйін сөздер:** жылжу деформациясы, қарқынды пластикалық деформация, теңканалды бұрыштық матрица, ақауларды емдеу, ақаудың көлемді үлесі, DEFORM.

A. Kozhemyakin, E. Panin

**Modeling the closure of internal defects at equal channel angular pressing**

**Abstract.** This article presents the work on the study of the healing of internal defects in the implementation of intensive plastic deformation in the process of equal-channel angular pressing. The study was carried out in the course of mathematical modeling in the DEFORM software complex. Pressing was carried out in the matrix equal channel angular pressing with an angle of inclination of the channel 1600 for three blanks with through holes in the top, bottom and middle of the workpiece, which simulated an internal defect. After passing the matrix for all three blanks, the volume fraction of the defect in the cross-section was calculated for the implementation of subsequent conclusions.

**Key words:** shear deformation, intense plastic deformation, equal-channel angular matrix, defect healing, defect volume fraction, DEFORM.

**Раздел 2. «Машиностроение. Технологические машины и транспорт»**

МРНТИ 55.33.41

К. А. НОГАЕВ<sup>1</sup>, Г. Д. ИСАБЕКОВА<sup>1</sup><sup>1</sup>(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)**ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ (НДС) СТАНИНЫ ЩЕКОВОЙ ДРОБИЛКИ**

**Аннотация.** Статья посвящена исследованию напряженно-деформированного состояния (НДС) станины щековых дробилок при дроблении материалов на основе моделирования с использованием программы Autodesk Inventor. Статья содержит выводы о том что, компьютерное моделирование в системе «Autodesk Inventor», учитывающие все значимые факторы расчета (параметры конечно-элементной сетки, механические свойства материала, конструктивные особенности изделия и др.), обеспечивает более точную оценку НДС, чем в существующей расчетной методике. Предложенные модели и анализ их результатов позволяют выработать рекомендации для разработки мероприятий по увеличению прочности и жесткости станин.

**Ключевые слова:** щековая дробилка, станина, моделирование, напряжение, деформация, усилие дробления.

Анализ напряженно-деформированного состояния (НДС) деталей и элементов машиностроительных конструкций является одной из важнейших задач, решаемых при проектировании и эксплуатации машин и оборудования во всех отраслях промышленности. Это задача актуальна и при проектировании станин щековой дробилки, так как они должны иметь достаточную прочность даже при аварийных ситуациях, а также обладать необходимой жесткостью [1, 2].

Станина щековой дробилки представляет собою сварные или литые рамы, точный расчет которых представляет значительные трудности. Обычно для приближенного определения средних напряжений, возникающих в сечениях станины, ее рассчитывают как плоскую раму [1, 2]. Данный аналитический метод расчета [3] не дает исчерпывающего теоретического решения задачи по определению НДС в станине щековой дробилки барабане.

В настоящее время в инженерных расчетах при проектировании оборудования применяют современные математические модели и методы исследования напряженно-деформированного состояния (НДС) объектов, основанные на решении краевых задач теории упругости (и термоупругости) и реализации численных методов на ЭВМ, которые дают достаточно полную информацию о распределении напряжений, деформации и температур в элементах конструкций любых сложных конфигураций и при этом позволяют учитывать все известные и предполагаемые особенности нагружения и закрепления детали [3-5].

Рассмотрим исследование НДС станины щековой дробилки на основе моделирования с помощью программного комплекса Autodesk Inventor, который имеет расчетный модуль, предназначенный для решения упругих задач механики деформируемого твердого тела методом конечных элементов (МКЭ) [6].

Для компьютерного моделирования выбрана щековая дробилка со сложным движением щеки с размерами приемного отверстия  $-400 \times 600$  мм и габаритными размерами без привода  $L \times W \times H - 1650 \times 1588 \times 1050$  мм.

Моделирование НДС в программном комплексе Autodesk Inventor сводится к выполнению следующих операций [5]:

- создание геометрической модели детали и выбор материала;

## Раздел 2. «Машиностроение. Технологические машины и транспорт»

- задание схемы нагружения (условий закрепления, моментов, сил, гравитации);
- определение параметров расчетной сетки для модели детали;
- запуск прочностного расчета с последующим анализом, корректировкой схемы нагружения и параметров геометрии модели детали.

Трехмерная электронная геометрическая модель (рисунок 1), описывающая геометрическую форму, размеры и иные свойства изделия, зависящие от его формы и размеров, и созданная в программном комплексе SolidWorks [7], импортирована в графический модуль Autodesk Inventor.

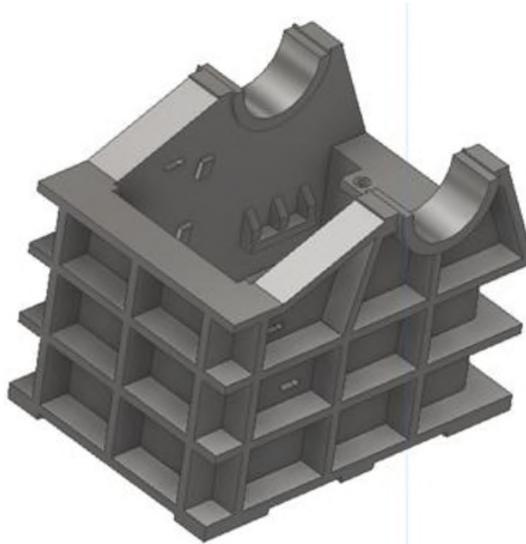


Рисунок 1. Геометрическая модель станины

Цельносварная станина, рассматриваемая в данной работе, изготавливается из стали марки Ст3. В соответствии с этим с помощью инструмента «Редактор материалов» установили физические параметры материала, соответствующие свойствам данной марки стали.

Дальнейший процесс моделирования НДС осуществляется в среде «Анализ напряжений» Autodesk Inventor.

Кинематические граничные условия сформировали зависимостью «Зачемление» на нижних гранях станины, соприкасающихся с фундаментом.

Для установления статических граничных условий определяем общее усилие дробление и рассмотрим схему определения усилий на звеньях щековой дробилки со сложным движением щеки (рисунок 2) [8]. Для рассматриваемой конструкции щековой дробилки общее усилие дробление при максимально допустимой по ГОСТу предельной прочности при сжатии дробимого материала (300 МПа) и с учетом рекомендуемого коэффициента запаса прочности составляет  $Q_{\text{дроб}} = 384000 \text{ Н}$  [1]. В соответствии со схемой нагружения усилие на опорах эксцентрикового вала  $R_1 = 287250 \text{ Н}$ , усилие на распорной плите  $T_1 = 365500 \text{ Н}$ .

Общее усилие дробление передается на переднюю стену станины через неподвижную щеку, а усилие на распорной плите – на заднюю стену через клиновидную опору распорной плиты. Поэтому, на грани передней и задней стенки, контактирующие с указанными элементами дробилки, приложим нагрузки типа «Давление», значения которых определены делением усилий на площади соответствующих граней. На цилиндрические грани опор эксцентрикового вала приложим радиальные нагрузки типа «Усилие в опоре», направленные в соответствии со схемой (см. рисунок 2).

**Раздел 2. «Машиностроение. Технологические машины и транспорт»**

Формирование конечно-элементной сетки, т.е. разбиение тела на конечные элементы, осуществляется программой Autodesk Inventor автоматически. Конечно-элементная сетка и граничные условия для моделирования показаны на рисунке 3.

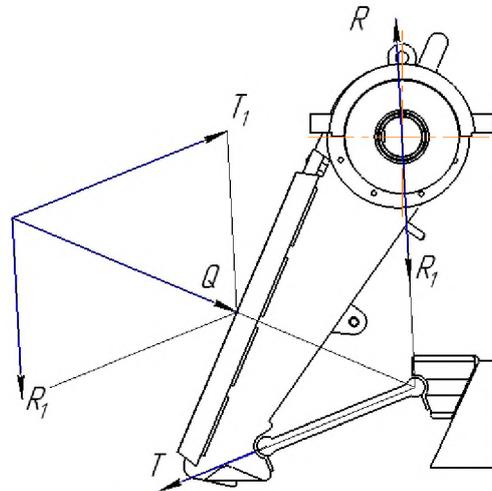


Рисунок 2. Схема определения усилий, действующих на звенья дробилки

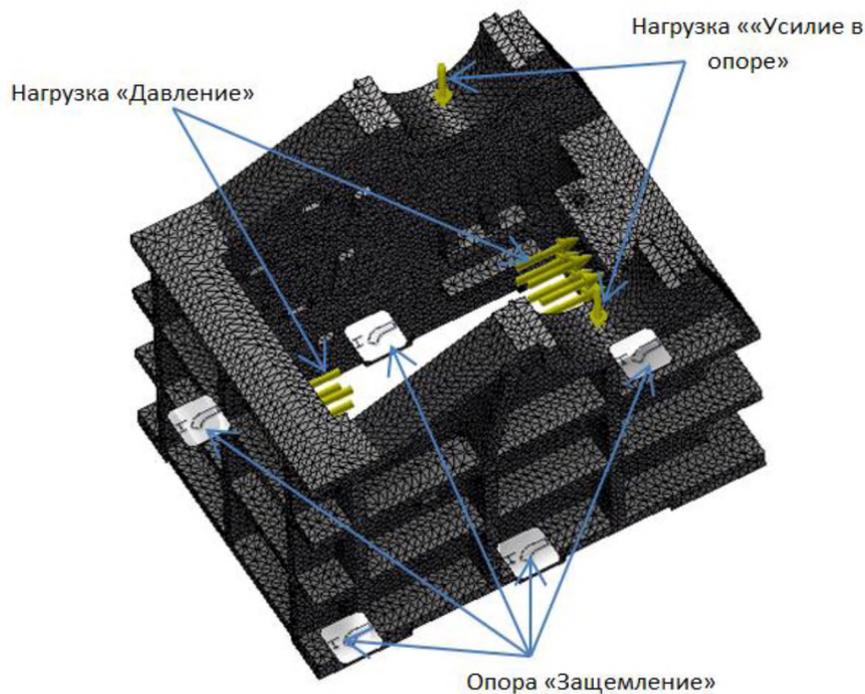
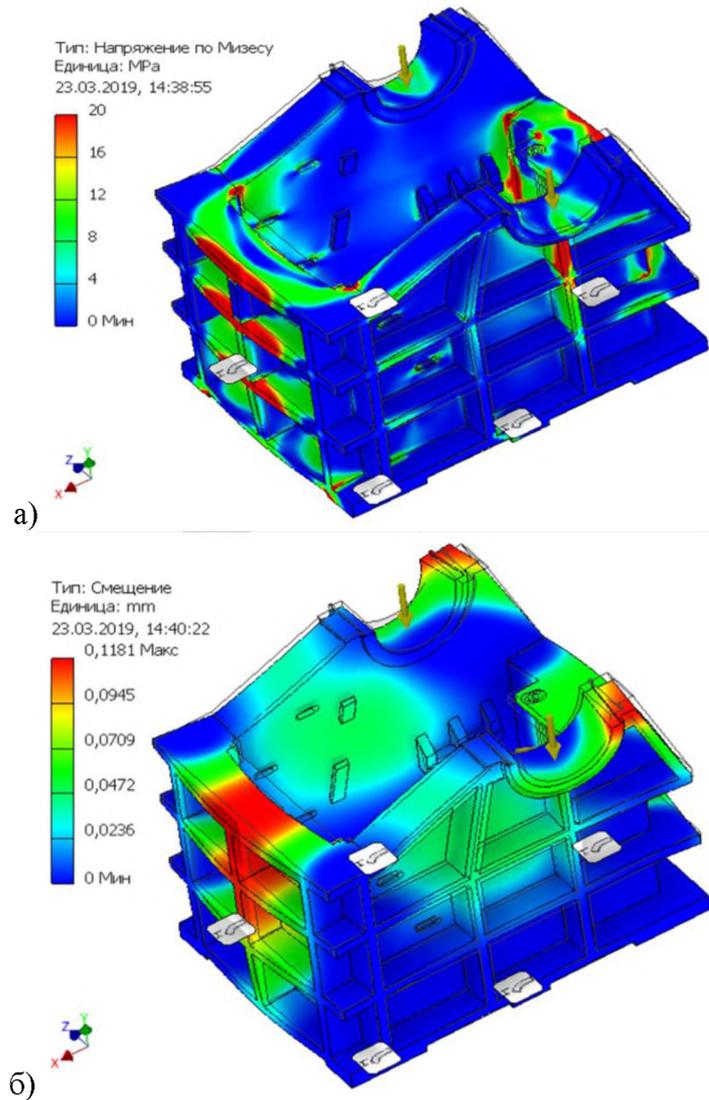


Рисунок 3. Конечно-элементная сетка и граничные условия для моделирования

Результаты моделирования показаны на рисунке 4 в виде цветного пространственного поля показателей НДС на фоне каркаса первоначальной детали. Деформация представлена гипертрофированно, чтобы качественно определить полученную деформацию, даже если деталь очень жесткая и деформация визуально не заметна.

## Раздел 2. «Машиностроение. Технологические машины и транспорт»



а – напряжение по Мизесу; б – смещение  
Рисунок 4. Пространственные поля показателей НДС

По результатам моделирования НДС можно увидеть, что наиболее напряженными участками станины являются горизонтальные ребра жесткости передних и задних стенок, внутренние стыки стенок, а также вертикальные ребра жесткости под опорами эксцентрикового вала. Конструктивная доработка указанных участков позволяет повысить нагрузочную способность станины.

Анализ деформированного состояния показал незначительное смещение элементов станины под действием приложенных нагрузок, что свидетельствует о достаточной жесткости конструкции.

Таким образом, компьютерное моделирование с помощью системы Autodesk Inventor, учитывающие все значимые факторы расчета (параметры конечно-элементной сетки, механические свойства материала, конструктивные особенности изделия и др.), обеспечивает более точную оценку НДС, чем аналитические методы расчета [1,2,8]. Предложенные модели и анализ их результатов позволят выработать рекомендации для разработки мероприятий по увеличению прочности и жесткости станин.

**Раздел 2. «Машиностроение. Технологические машины и транспорт»****СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

- 1 Клушанцев Б.В. Дробилки. Конструкция, расчет, особенности эксплуатации / Клушанцев Б.В., Косарев А.И., Муйземнек Ю.А. – М.: Машиностроение, 1990. – 320 с.
- 2 Борщев В.Я. Оборудование для измельчения материалов: дробилки и мельницы. Учебное пособие. – Тамбов: издательство Тамбовского Государственного Технического Университета, 2004. – 75 с.
- 3 Шаповалов Л.А. Моделирование в задачах механики элементов конструкций. Монография. – М.: Машиностроение, 1990. - 288 с.
- 4 Ашейчик А.А., Полонский В.Л. Расчет деталей машин методом конечных элементов. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. — 243 с.
- 5 Ногаев К.А. Компьютерный инженерный анализ в исследованиях металлургических машин и оборудования // Инновационные процессы в науке и образовании: монография / Под общ ред. Г.Ю. Гуляева. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2018. С. 258-277.
- 6 Ногаев К.А. Кусаинов А.Ш. Моделирование напряженно-деформированного состояния (НДС) станины щековой дробилки. // Интернаука. - 2019, №12, часть 1. - С.50-52.
- 7 Щековая дробилка С-60. / Инженерный портал «В:МАСШТАБЕ» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://vmasshtabe.ru/promzona/gornaya-promyishlennost/shhekovaya-drobilka-c-60.html> – (Дата обращения: 25.10.2018).
- 8 Пономарев В.Б., Лошкарев А.Б. Щековые и конусные дробилки. Методические указания по курсовому проектированию. – Екатеринбург, ГОУ ВПО УГТУ–УПИ, 2008. –71 с.

К.А. Ногаев, Г.Д. Исабекова

**Жакты ұсатқыш тұғырығының кернеулі-деформацияланған күйін (КДК) зерттеу**

**Андатпа.** Мақала прокат жакты ұсатқыш тұғырығының кернеулі-деформацияланған күйін кернеулі-деформацияланған күйін (КДК) «Autodesk Inventor» бағдарламасын қолданып моделдеу негізінде зерттеуге арналған. Мақалада есептеудің бүкіл маңызды факторларын (шекті-элементтер торы параметрлері, материалдың механикалық қасиеттері, бұйымның құрылымдық ерекшеліктері және т.б.) ескеретін, «Autodesk Inventor» жүйесінде компьютерлік моделдеу КДК-ні бар есептеу әдістемелерімен салыстырғанда неғұрлым дәл бағалауды қамтамасыз ететіндігі туралы шешім келтірілген. Ұсынылған моделдер және олардың нәтижелерін талдау тұғырықтардың беріктігін және қатаңдығын арттыруға арналған шараларды жасауға мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** жакты ұсатқыш, тұғырық, моделдеу, кернеу, деформация, ұсату күші.

K. Nogayev, G. Isabekova

**Analysis of stress-strain state (SSS) of the jaw crusher frame**

**Abstract.** The article is devoted to the study of the stress-strain state (SSS) of the jaw crusher frame during crushing of materials on the basis of modeling using the «Autodesk Inventor» program. The article contains conclusions that, computer modeling in the system «Autodesk Inventor», taking into account all significant factors of calculation (parameters of finite element grid, mechanical properties of the material, design features of the product, etc.), provides a more accurate assessment of SSS than in the existing calculation method. The proposed models and analysis of their results will make it possible to develop recommendations for the development of measures to increase the strength and stiffness of the frames.

**Key words:** jaw crusher, frame, modeling, stress, strain, crushing force.

**Раздел 2. «Машиностроение. Технологические машины и транспорт»**

МРНТИ 55.35.41

К.А. НОГАЕВ<sup>1</sup>, С.М. ХАБИДОЛДА<sup>1</sup><sup>1</sup>(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)**АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ (НДС) БАРАБАНА ЛЕТУЧИХ НОЖНИЦ**

**Аннотация.** Статья посвящена анализу напряженно-деформированного состояния (НДС) барабана летучих ножниц при резке стальных полос на линии прокатного стана на основе моделирования с использованием программы Autodesk Inventor. Статья содержит выводы о том что, компьютерное моделирование в системе «Autodesk Inventor», учитывающие все значимые факторы расчета (параметры конечно-элементной сетки, механические свойства материала, конструктивные особенности изделия и др.), обеспечивает более точную оценку НДС, чем в существующей расчетной методике. Предложенные модели и анализ их результатов позволяют выработать рекомендации для разработки мероприятий по увеличению долговечности барабана летучих ножниц.

**Ключевые слова:** летучие ножницы, барабан, моделирование, напряжение, усилие резания.

Процесс производства листового металлопроката, как правило, включает операции продольной и поперечной резки, применяемые для получения листов заданных размеров. С этой целью на прокатных линиях широко используются летучие ножницы, которые являются одним из важнейших технологических элементов прокатного стана, обеспечивающее построение раскройных планов деления проката на полосы с соблюдением условий кратности длин полос, максимально возможных длин минимальной длины концевой полосы [1]. В связи с этим оценка входных и промежуточных факторов надежности при эксплуатации летучих ножниц дает важный исходный материал для обеспечения параметрической надежности стана по длине проката.

При эксплуатации барабанных летучих ножниц в технологическом потоке непрерывного широкополосного стана горячей прокатки 1700 (НШСП-1700) АО «АрселорМиттал Темиртау» (рисунок 1) возникают некоторые проблемы, приводящие к аварийным остановкам. Одной из таких проблем является образование трещин в нижнем барабане, приводящие к сколу большого диаметрального сегмента бочки (рисунок 2) [2]. Одной из возможных причин этого может быть периодическое изменение напряженного состояния в барабане из-за переменного характера внешних нагрузок в момент реза металла, что, в свою очередь, способствует возникновению усталостных трещин, рост и развитие которых вызывает усталостное разрушение. В связи с этим возникает необходимость исследования напряженного состояния в барабане в условиях динамического нагружения для установления оптимальных режимов работы.

Существующие аналитические методы расчета летучих ножниц барабанного типа [3] не дают исчерпывающего теоретического решения задачи по определению НДС в барабане, что является следствием недостаточного уровня развития методов теоретического исследования того периода. В настоящее время в инженерных расчетах при проектировании металлургического оборудования применяют современные математические модели и методы исследования напряженно-деформированного состояния (НДС) объектов, основанные на решении краевых задач теории упругости (и термоупругости) и реализации численных методов на ЭВМ, которые дают достаточно полную информацию о распределении

## Раздел 2. «Машиностроение. Технологические машины и транспорт»

напряжений, деформации и температур в элементах конструкций любых сложных конфигураций и при этом позволяют учитывать все известные и предполагаемые особенности нагружения и закрепления детали [4-6]. Рассмотрим анализ НДС нижнего барабана летучих ножиц НШСП-1700 АО «АрселорМиттал Темиртау» с помощью программного комплекса Autodesk Inventor, который имеет расчетный модуль для решения упругих задач механики деформируемого твердого тела методом конечных элементов (МКЭ) [7].



Рисунок 1. Барабанные летучие ножницы, установленные в НШСП-1700 АО «АрселорМиттал Темиртау»



Рисунок 2. Образование трещин в нижнем барабане

Трехмерная электронная геометрическая модель (рисунок 3) для анализа НДС, описывающая геометрическую форму, размеры и иные свойства барабана, зависящие от его формы и размеров, создана на графическом модуле Autodesk Inventor на основании технической документации летучих ножиц НШСП-1700 АО «АрселорМиттал Темиртау».

**Раздел 2. «Машиностроение. Технологические машины и транспорт»**

Рисунок 3 – Геометрическая модель барабана

Дальнейшие этапы моделирования производился в модуле «Анализ напряжений» Autodesk Inventor.

Барабан летучих ножниц, рассматриваемый в данной работе, изготавливается из стали марки 40Х. В соответствии с этим с помощью инструмента «Редактор материалов» установили физические параметры материала, соответствующие свойствам данной марки стали [8].

Кинематические граничные условия сформировали двумя зависимостями «Опора» в местах установки подшипников и зависимостью «Фиксация» на грани приводной части ступени вала барабана.

Статические граничные условия определяется усилием резания. Принято, что давления от вертикальных и горизонтальных составляющих усилий резания, определяемых его углом приложения, передается соответственно на дно и стенку паза для установки ножа.

Усилие резания полосы толщиной 14 мм и шириной 1550 мм (максимально возможные размеры полосы, прокатываемой в НШСП-1700) определено по формуле [3].

$$P = k_1 k_2 k_3 \sigma_B \left(1 - \frac{\varepsilon_H}{2}\right) F,$$

где  $k_1 = \frac{\tau_{max}}{\sigma_B} = 0,7 \div 0,75$ ;  $k_2$  и  $k_3$  – коэффициенты, учитывающие повышение усилия резания при затуплении ножей и увеличении бокового зазора между ними,  $k_2 = 1,2-1,4$ ;  $k_3 = 1,1-1,3$ ;  $\alpha$  – угол наклона ножа;  $\varepsilon_B \approx \frac{\varepsilon_H}{2}$  – относительная глубина вмятия, при которой усилие резания и сопротивление резанию  $\tau$  достигают максимальных значений;  $\varepsilon_H$  – относительная глубина внедрения ножен, при которой происходит отрыв неразрезанной части металла;  $F$  – площадь поперечного сечения разрезаемой полосы.

Ножницы установлены за последней клетью стана и разрезают полосу при температуре не ниже 700°C. Предел прочности стальной полосы при этой температуре  $\sigma_B = 200$  МПа.

Таким образом, усилие резания при  $k_1 = 0,75$ ,  $k_2 = 1,1$ ,  $k_3 = 1,3$  и  $\varepsilon_H = 0,8$ ,

$$P = 0,75 \cdot 1,1 \cdot 1,3 \left(1 - \frac{0,8}{2}\right) \cdot 200 \cdot 1550 \cdot 14 = 2,8 \cdot 10^6 \text{ Н} = 2800 \text{ кН}.$$

Угол приложения усилия резания, при  $R_1 = R_2 = 500$  мм и  $\Delta = 0,3h = 0,3 \cdot 14 = 4,2$  мм

$$\beta_1 = \arccos \left[ 1 - \frac{h \left(1 - \frac{\varepsilon_H}{2}\right) + \Delta}{R_1 \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)} \right] = \arccos \left[ 1 - \frac{14 \left(1 - 0,8/2\right) + 4,2}{500 \left(1 + 500/500\right)} \right] = 9,105^\circ.$$

Вертикальные и горизонтальные составляющие усилий резания

$$P_B = P \cos \beta_1 = 2800 \cdot \cos 9,105 = 2765 \text{ кН},$$

$$P_T = P \sin \beta_1 = 2800 \cdot \sin 9,105 = 443 \text{ кН},$$

**Раздел 2. «Машиностроение. Технологические машины и транспорт»**

Давления от вертикальных и горизонтальных составляющих усилий резания на дно и стенку паза для установки ножа

$$p_d = \frac{P_v}{F_d} = \frac{2765 \cdot 10^3}{253000} = 11 \text{ МПа}, \quad p_c = \frac{P_r}{F_c} = \frac{443 \cdot 10^3}{280000} = 1,6 \text{ МПа}.$$

Формирование конечно-элементной сетки, т.е. разбиение тела на конечные элементы, осуществляется программой Autodesk Inventor автоматически. В результате формирования конечно-элементной сетки общее количество элементов составило 43449, узлов – 65780 (рисунок 4).

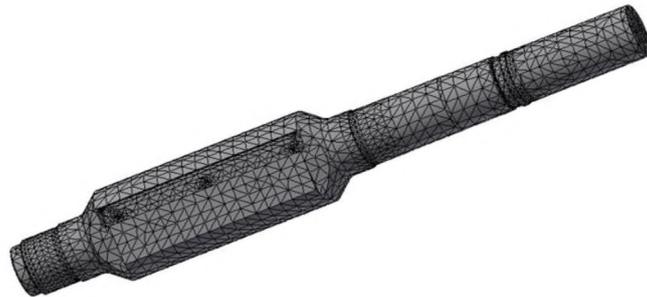
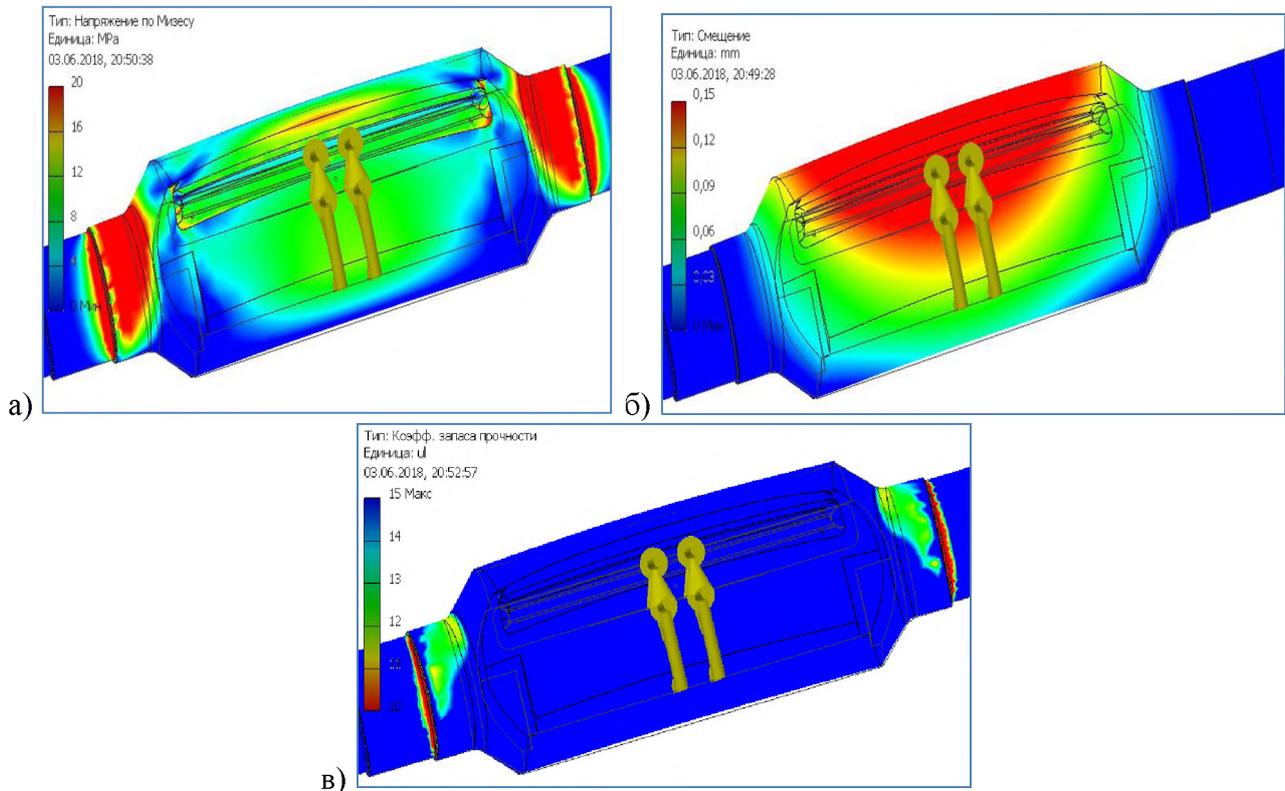


Рисунок 4. Конечно-элементная модель барабана



а – напряжение по Мизесу; б – смещение; в – коэффициент запаса прочности

Рисунок 5. Пространственные поля показателей НДС

## Раздел 2. «Машиностроение. Технологические машины и транспорт»

Результаты моделирования показаны на рисунке 5 в виде цветного пространственного поля показателей НДС на фоне каркаса первоначальной детали. Деформация представлена гипертрофированно, чтобы качественно определить полученную деформацию, даже если деталь очень жесткая и деформация визуально не заметна.

По результатам моделирования НДС можно увидеть, что наиболее нагружены шейки бочки барабана и средние зоны вырезных участков на бочке. В этих зонах значение напряжения достигает до 40 МПа. Вместе с тем, периодические динамические нагрузки от ударов разрезаемого металла значительно повышает нагруженность барабана, а также вызывают усталостные разрушения. Этим можно объяснить возникновение трещин и сколов в этих зонах барабана. Также, наблюдается концентрация напряжений в галтелях шейки опор. Устранение концентратора напряжений в этих областях позволяют повысить нагрузочную способность барабана.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что предложенные модели позволили получить достаточно полные данные о напряженно-деформированном состоянии барабана летучих ножниц в условиях его эксплуатации. На основании анализа результатов моделирования можно выработать рекомендации для разработки мероприятий по увеличению долговечности барабана летучих ножниц.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Гулидов И.Н. Оборудование прокатных цехов (эксплуатация, надежность). – М.: Интермет Инжиниринг, 2004. – 320 с.
- 2 Ногаев К.А., Магжанов М.К., Хабидолда С.М., Кукимов М.Ж. Анализ путей решения проблем эксплуатации барабанных летучих ножниц на линии НШСГП-1700 АО "АрселорМиттал Темиртау" // Вестник Карагандинского государственного индустриального университета. – 2017 – № 1 – С.78-82.
- 3 Королев А.А. Конструкция и расчет машин и механизмов прокатных станов. – М.: Металлургия, 1985. – 376с.
- 4 Болобанова Н.Л. Компьютерное моделирование процессов и оборудования металлургического производства: Учеб. пособие. – Череповец: ЧГУ, 2014. – 91 с.
- 5 Ошовская Е.В. Использование метода конечных элементов при исследовании металлургических процессов и оборудования // Металлургические процессы и оборудование. – 2010. – №1. – С.30-40.
- 6 Ногаев К.А. Компьютерный инженерный анализ в исследованиях металлургических машин и оборудования // Инновационные процессы в науке и образовании: монография / Под общ ред. Г.Ю. Гуляева. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2018. С. 258-277.
- 7 Ногаев К.А., Хабидолда С.М. Моделирование напряженно-деформированного состояния (НДС) барабана летучей ножницы. // Инновационное развитие современной науки: проблемы, закономерности, перспективы: сборник статей VII Международной научно-практической конференции. В 2 ч. Ч. 1. - Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». - 2018. - С. 85-88.
- 8 Зубченко А.С. Марочник сталей и сплавов. – М.: Машиностроение, 2003. – 780 с.

К.А. Ногаев, С.М. Хабидолда

#### **Ұшқыр қайшылар барабанының кернеулі-деформацияланған күйін (КДК) талдау**

**Аңдатпа.** Мақала прокат станы желісінде болат жолақтарды кесу кезіндегі ұшқыр қайшылар барабанының кернеулі-деформацияланған күйін «Autodesk Inventor» бағдарламасын қолданып моделдеу негізінде талдауға арналған. Мақалада есептеудің бүкіл

**Раздел 2. «Машиностроение. Технологические машины и транспорт»**

маңызды факторларын (шекті-элементтер торы параметрлері, материалдың механикалық қасиеттері, бұйымның құрылымдық ерекшеліктері және т.б.) ескеретін, «Autodesk Inventor» жүйесінде компьютерлік моделдеу ҚДК-ні бар есептеу әдістемелерімен салыстырғанда неғұрлым дәл бағалауды қамтамасыз ететіндігі туралы шешім келтірілген. Ұсынылған моделдер және олардың нәтижелерін талдау ұшқыр қайшылар барабанның төзімділігін арттыруға арналған шараларды жасауға мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** ұшқыр қайшылар, барабан, моделдеу, кернеу, кесу күші.

K. Nogayev, S. Habydolda

**Study of the stress-strain state (SSS) of the drum of rotary flying shears**

**Abstract.** The article is devoted to the analysis of the stress-strain state (SSS) of the drum of rotary flying shears when cutting steel strips on the line of the rolling mill on the basis of modeling using the «Autodesk Inventor» program. The article contains conclusions that, computer modeling in the system «Autodesk Inventor», taking into account all significant factors of calculation (parameters of finite element grid, mechanical properties of the material, design features of the product, etc.), provides a more accurate assessment of SSS than in the existing calculation method. The proposed models and analysis of their results allow to develop recommendations for the development of measures to increase the durability of the drum of rotary flying shears.

**Key words:** flying shears, drum, modeling, stress, cutting force.

---

---

**Раздел 3**

**Строительство**

**Раздел 3. «Строительство»**

МРНТИ 67.09.91

V. KUNAEV<sup>1</sup>, M. TUYCHIEV<sup>1</sup><sup>1</sup>(Karaganda state industrial university, Temirtau, Kazakhstan)**ANALYSIS OF PERSPECTIVE WAYS OF SORTING ROAD-BUILDING SLAG CRUSHED STONE BY STRENGTH**

**Abstract.** Blast furnace slag, obtained as solid waste in the production of pig iron, is used in road construction as crushed stone for the construction of road bases. However, the widespread use of blast furnace slag in this field is limited by its heterogeneous composition in strength and density. In this regard, the urgent task is to develop technologies and equipment for sorting blast furnace slag grains by strength and density. Such technology and equipment should ensure the rejection of less dense and, accordingly, less durable grains. This article provides a preliminary analysis of possible methods for sorting grains of solid bulk materials by density. The analysis will allow us to develop proposals for the justification of the technological process of enrichment of slag crushed stone by grain density.

**Key words:** blast furnace slag, slag crushed stone, density sorting, grain strength, enrichment in heavy media, drum classifier, magnetite.

One of the wastes generated during the production of pig iron in blast furnaces is blast furnace slag (samples are shown in Fig. 1). One of the most common ways of its recycling is the production of slag crushed stone to build the road bases [1-4]. However, such a material must meet high requirements regarding the uniformity of its composition in strength. At the same time, the strength of porous dump blast furnace slags varies in a very significant range - from 2 to 40 MPa. The average density of the individual elements of this material also differs significantly - from 400 to 1600 kg / m<sup>3</sup>. The physicomechanical properties of slag crushed stone vary over a wider interval than crushed stone from rocks, which is caused by fluctuations in the quality of raw materials and technological parameters [5].



Figure 1. Samples of road-building crushed stone from blast furnace slag of a fraction of 20-40 mm

Many modern crushing and screening complexes are able to provide only washing, crushing and classification of bulk building materials by size. Such processing is quite sufficient to obtain fractionated crushed stone from rock, the strength of which is relatively constant. But it is not

### Раздел 3. «Строительство»

acceptable for slag crushed stone, since in the final product inevitably there is a large proportion of grains with low strength.

When using local mixed-strength stone materials, enrichment in strength is organized to improve their quality. Enrichment in strength is a set of production operations consisting of mechanical separation of those particles that reduce the strength of the stone material, or its separation into several grades, depending on the strength. The most common are gravitational (in particular, enrichment in heavy media, jigging, sorting on a concentration table, etc.), as well as special enrichment methods involving the use of mechanical classifiers.

Gravity methods for the enrichment of stone materials are based on the fact that grains with different bulk masses (and therefore with unequal strength) have different rates of fall in a particular medium (heavy liquids, suspensions, etc.). The rate of fall depends on the bulk mass, volume, shape of the grains, as well as on the properties of the medium where grains fall. The grains of the material in the corresponding medium are stratified according to its bulk masses: light grains float and heavy grains down. The main condition for the application of this method is the presence of a fairly clear dependence of bulk density on strength [6].

Enrichment in heavy media is used on an industrial scale mainly to improve the gravel materials. To enrich material we can use a liquid with density that is intermediate (boundary) between the bulk masses of the separated differences. If we place the source material in this liquid, then the grains of the lighter material (weak) will float to the surface, and the heavier (strong) ones will sink to the bottom [6]. As a medium for enrichment, we can use the suspensions consisting of a powdery substance (weighting agent) and water. To obtain a weighting agent, finely ground magnetite powder (Figure 2) and ferrosilicon or mixtures of these materials (60–75% magnetite and 25–40% ferrosilicon) are used [6].



Figure 2. Magnetite

As equipment for the enrichment of stone materials in heavy media, cone and drum separators are used. The consumption of water for enrichment in heavy media is (without washing the source material) approximately 1 m<sup>3</sup> per 1 ton of enriched material. The technological scheme of the enrichment process in heavy media includes the following basic operations:

- а) preliminary preparation of raw materials for the beginning of enrichment (washing, classification by size);
- б) suspension preparation;
- в) separation of material (performed in a suspension separator);
- г) separation of the suspension from the material;
- д) suspension regeneration;
- е) dehydration of the enrichment products;
- ж) preparation of the weighting agent.

The advantages of this method are:

### Раздел 3. «Строительство»

1) the enrichment of raw materials with a particle size of up to 300 mm at high productivity with obtaining conditioned products;

2) the possibility of separation of grains slightly differing in density.

In turn, the disadvantages of the method considered are the impossibility of separating the thin material, the need for washing of the weighting agent from the enrichment products and weighting agent capture. Losses of the weighting agent, as a rule, are in the range from 300 to 600 g per 1 ton of enriched raw materials [7].

Considering the possibility of using this method for sorting of blast furnace slag by the strength, it should be noted that the first of these disadvantages does not matter, since grains of slag from 20 mm or more are subject to classification. However, significant losses of the weighting agent and the need for its washing increase the cost of the final product. For this reason, the use of this method in the enrichment of slag crushed stone is advisable only if the cost of the final product is lower than the cost of alternative stone material (economic effect is positive).

The jiggging method is a special case of gravitational enrichment. The essence of this method lies in the fact that upward and downward alternately alternating streams of water act on the grains of stone materials that are not uniform in volumetric mass on the sieve of jiggging machine. At the same time the speed of streams of water increases from zero to maximum and then decreases again to zero. Under the influence of these flows, the material on the sieve is divided by the volumetric mass of grains. Grains with a large bulk mass settle, and lighter ones rise.

The scope of hydraulic jiggging covers mineral raw materials with a density of from 1200 to 15600 kg/m<sup>3</sup>, with a difference in the density of the useful component and waste rock from 300 to 13000 kg/m<sup>3</sup>, with a particle size of the enriched material from 0.05 to 250 mm [8].

Considering the possibility of enrichment by jiggging materials of different fractions with a significant difference in the density of individual grains, as well as its high efficiency, we consider it very advisable to use this method for sorting slag crushed stone by strength.

Special enrichment methods are those that are based on the use of other properties of the enriched materials. This group includes a method based on the presence of a certain relationship between the elastic properties and the strength of the particles of stone materials. К этой группе относится метод, основанный на наличии определенной зависимости между упругими свойствами и прочностью частиц каменных материалов. With this dependence in mind, special enrichment machines — mechanical classifiers — were designed [6].

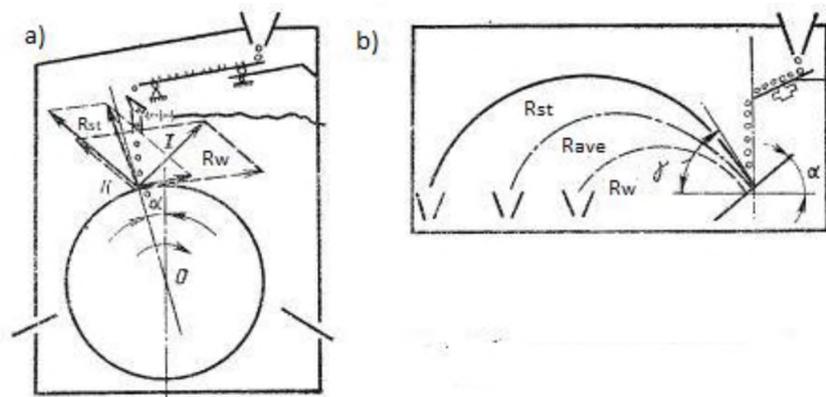
The principle of operation of these machines is based on dropping grains of stone material from a certain height onto an elastic reflective surface. Upon impact, grains acquire speed and direction of motion, determined by two vectors: the reflection vector upon impact and the vector arising under the action of friction and adhesion between the grains of the stone material and the reflective surface.

The vector characterizing reflection upon impact depends on the strength of the material. The higher the strength of the material, the greater its elasticity and the greater the value of this vector. The second vector as a result of the interaction of friction and adhesion forces has an inverse relationship (the greater the strength, the lower the value of this vector). The magnitude and direction of the rate of reflection of stone material grains from an elastic surface are determined by the resultant of the above vectors [6].

There are two types of mechanical classifiers: drum (or spherical) and plate (or flat). The principle of operation of the drum type classifier (Figure 3, a) is as follows: the stone material is poured down through vibrating tray onto the surface of the drum rotating clockwise. Due to the difference in the magnitude and direction of the resultant vectors of reflection rates of grain, having different strengths (and, therefore, elasticity) will fall in different directions: more elastic - to the left, less elastic - to the right. The central angle of the drum formed by the axis 1-1 and the line 0-K is called the angle  $\alpha$ . This angle is selected so to separate as much as possible strong grains (vector  $R_{st}$ ) to the left side of the drum, and weak grains (vector  $R_w$ ) to the right [6].

### Раздел 3. «Строительство»

When dividing the material using flat classifiers (Figure 3, b), all grains fall on the plate and bounce off it. In this case, strong grains (vector  $R_{st}$ ), which have greater elasticity, bounce to a greater distance, and weak grains (vector  $R_w$ ) - to a smaller one. The flat classifier is regulated by changing the angle  $\alpha$  formed by the horizontal plane and the plane of the plate surface. To reflect grains, the necessary height of its fall on the plate is increased to 4 m [6].



a – drum classifier, б – flat classifier

Figure 3. Schemes of mechanical classifiers

The accuracy of separation of the stone material on the strength by mechanical classifiers is influenced by humidity and temperature of the material being divided, its size, contamination and the shape of the grains.

Differing from enrichment in heavy media with much lower financial costs for obtaining the final product, the method of enrichment on drum classifiers allows to sort on the strength the grains of stone materials of a limited size - from 5 to 40 mm. The mechanical classification is also inferior to most gravitational methods in terms of sorting accuracy.

The choice of the optimal technology for the enrichment of slag crushed stone largely depends on the quality of the raw materials received for recycling. With a low content of low-strength differences, it is possible to improve the material by selective crushing or by passing through mechanical classifiers. If there is a slight difference in the volumetric mass values, it is more rational to enrich the material by jigging. In cases of heterogeneous raw materials, when it becomes necessary not only to separate weak grains, but also to separate slag crushed stone into strength classes, a more complex enrichment scheme must be designed [6].

Based on the preliminary analysis, with the high cost of delivery of natural crushed stone (due to the remote location of the quarries) to the place of road building (we assume that the blast furnace slag dump is in close proximity to it, using the example of the Karaganda region), we consider it more rational to use slag crushed stone pre-sorted by strength, for example, by enrichment in heavy media as an alternative to natural crushed stone.

#### REFERENCES

1 Кадыров А.С., Кунаев В.А., Георгиади И.В. Отходы черной металлургии и отработанные технические жидкости для получения материала до-рожных оснований // Экология и промышленность России. 2017. – 21(12). – С. 44-48.

2 Кадыров А.С., Кунаев В.А., Георгиади И.В. Перспективы переработки отходов черной металлургии на примере АО «АрселорМиттал Темиртау» // Металлург. – 2018. – 1. – С. 29-34.

**Раздел 3. «Строительство»**

3 Кунаев В.А. Определение параметров средств механизации и технологического процесса гидрофобизации шлакового щебня. – Дисс. на соискание степени доктора философии (PhD) – Караганда: КарГТУ, 2018. – 183 с.

4 Kadyrov A.S., Kunaev V.A., Georgiadi I.V. Prospects for processing of ferrous metallurgical waste based on Arcelormittal Temirtau experience // Metallurgist. – 2018. – Vol. 62 (Issue 1-2). – P. 22-28.

5 Пугин К.Г. Снижение экологической нагрузки при обращении со шлаками черной металлургии: монография / К.Г. Пугин, Я.И. Вайсман, Б.С. Юшков, Н.Г. Максимович. – Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2008. – с. 234.

6 Обогащение каменных материалов // <http://stroj-archive.ru/dorozhnye-materialy/77-obogaschenie-kamennyh-materialov.html>

7 Шилаев В.П. Основы обогащения полезных ископаемых. Уч. пособие. – М.: Недра, 1986. 296 с.

8 Белецкий С. Малая горная энциклопедия. В 3-х т. Под ред. В. С. Белецкого. – Донецк: Донбасс, 2004. – 620 с.

В.А. Кунаев, М.А. Туйчиев

**Жол-құрылыс қож қиыршық тастарын беріктігі бойынша сұрыптаудың перспективалық тәсілдерін талдау**

**Аңдатпа.** Шойын өндіру кезінде қатты қалдық ретінде алынған домналық қож жол құрылысында жол негіздерін салу үшін қиыршық тас ретінде пайдаланылады. Алайда, бұл салада Домен қожын кеңінен қолдану беріктігі мен тығыздығы бойынша оның біртекті емес құрамымен шектелген. Осыған байланысты Домен қожының дәндерін беріктігі мен тығыздығы бойынша сұрыптауға арналған технологиялар мен жабдықтарды әзірлеу міндеті өзекті болып табылады. Мұндай технология мен жабдықтар беріктігі аз және тиісінше, беріктігі аз дәндерді ақауды шығаруды қамтамасыз етуі тиіс. Бұл мақалада қатты сусымалы материалдардың дәндерін тығыздық бойынша сұрыптаудың ықтимал тәсілдеріне алдын ала талдау жасалған. Жүргізілген талдау астық тығыздығы бойынша қож қиыршықтасты байытудың технологиялық процесін негіздеу бойынша ұсыныстар әзірлеуге мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** домна қожы, қожды қиыршық тас, тығыздығы бойынша сұрыптау, дәннің беріктігі, ауыр ортада байыту, барабанды жіктеуші, магнетит.

В.А. Кунаев, М.А. Туйчиев

**Анализ перспективных способов сортировки дорожно-строительного шлакового щебня по прочности**

**Аннотация.** Доменный шлак, получаемый как твердый отход при производстве чугуна, используется в дорожном строительстве в качестве щебня для возведения дорожных оснований. Однако широкое применение доменного шлака в этой отрасли ограничено его неоднородным составом по прочности и плотности. В связи с этим актуальной является задача разработки технологии и оборудования для сортировки зерен доменного шлака по прочности и плотности. Такая технология и оборудование должны обеспечивать отбраковку менее прочных и, соответственно, менее прочных зерен. В данной статье выполнен предварительный анализ возможных способов сортировки зерен твердых сыпучих материалов по плотности. Проведенный анализ позволяет разработать предложения по обоснованию технологического процесса обогащения шлакового щебня по плотности зерен.

**Ключевые слова:** доменный шлак, шлаковый щебень, сортировка по плотности, прочность зерен, обогащение в тяжелых средах, барабанный классификатор, магнетит.

**Раздел 3. «Строительство»**

МРНТИ 67.11. 15

Б. А. БАЗАРОВ<sup>1</sup>, А. Н. КОНАКБАЕВА<sup>1</sup>, А. Б. БАЗАРОВ<sup>1</sup>, А. Б. ТУРСЫНБЕКОВА<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ  
 ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ И ДИНАМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ГРУНТОВЫХ  
 МАССИВОВ

**Аннотация.** В данной статье рассматривается анализ исследований зависимости показателей прочностных свойств глинистых грунтов и динамического сопротивления грунтовых массивов, показывающий, что устойчивость сооружений или отклонение их состояния от нормальных условий в строительный и (или) эксплуатационный период во многом зависит от достоверности определения строительных свойств грунтов, на которых основываются геотехнические расчеты в части осадок, предельных нагрузок, напряженно-деформируемого состояния и результирующих характеристик взаимодействия строительных объектов с грунтовым основанием.

**Ключевые слова:** грунтовый массив, предельное сопротивление грунта, динамическое и статическое зондирование, несущая способность свай, экспериментальная площадка, физико- механические, прочностные и деформационные свойства грунтов, основания фундаментов, полевые испытания.

Проектирование и строительство экономичных конструкций свайных фундаментов возможны при наличии достаточно представительной и достоверной информации об условиях залегания и свойствах грунтов на строительных площадках, которые получают в результате исследований грунтов при инженерно-геологических исследованиях (рис. 1 2 3) [1].

Для определения прочностных и деформационных характеристик глинистых грунтов, при статическом зондировании согласно СП 11-105-97 [2] используется только сопротивление грунта под конусом зонда -  $q_c$ , МПа.

Сопротивление грунта под конусом зонда -  $q_c$ , МПа для статического зондирования, могут быть пересчитаны в динамическое сопротивление грунта -  $p_d$ , МПа по найденной ранее зависимости, для глинистых грунтов:

$$q_c = 11.4 * 10^{-8} * 10 p_d^4 - 2.55 * 10^{-5} * 10 * p_d^3 + 0.00147 * 10 * p_d^2 + 0.35 * p_d \quad (1)$$

В результате пересчета сопротивления под конусом зонда  $q_c$ , МПа в динамическое сопротивление грунта  $p_d$ , МПа может быть получена таблица для определения прочностных и деформационных характеристик глинистых грунтов по данным динамического зондирования для грунтовых условий исследуемого полигона.

Необходимо отметить, что полученные данные, могут быть использованы только с целью оценки прочностных и деформационных характеристик грунтов, а также с целью оценки распределения этих характеристик в грунтовом массиве.

Раздел 3. «Строительство»

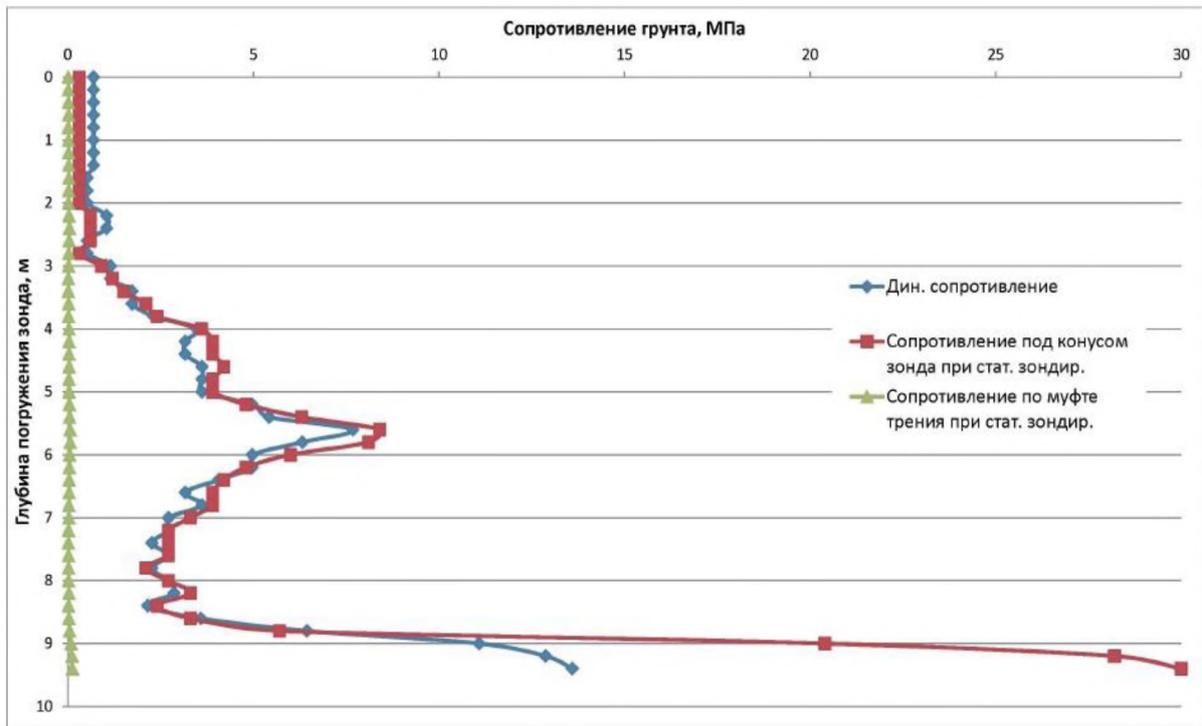


Рисунок 1. График распределения сопротивлений грунта при статическом и динамическом зондировании в песчаных грунтах

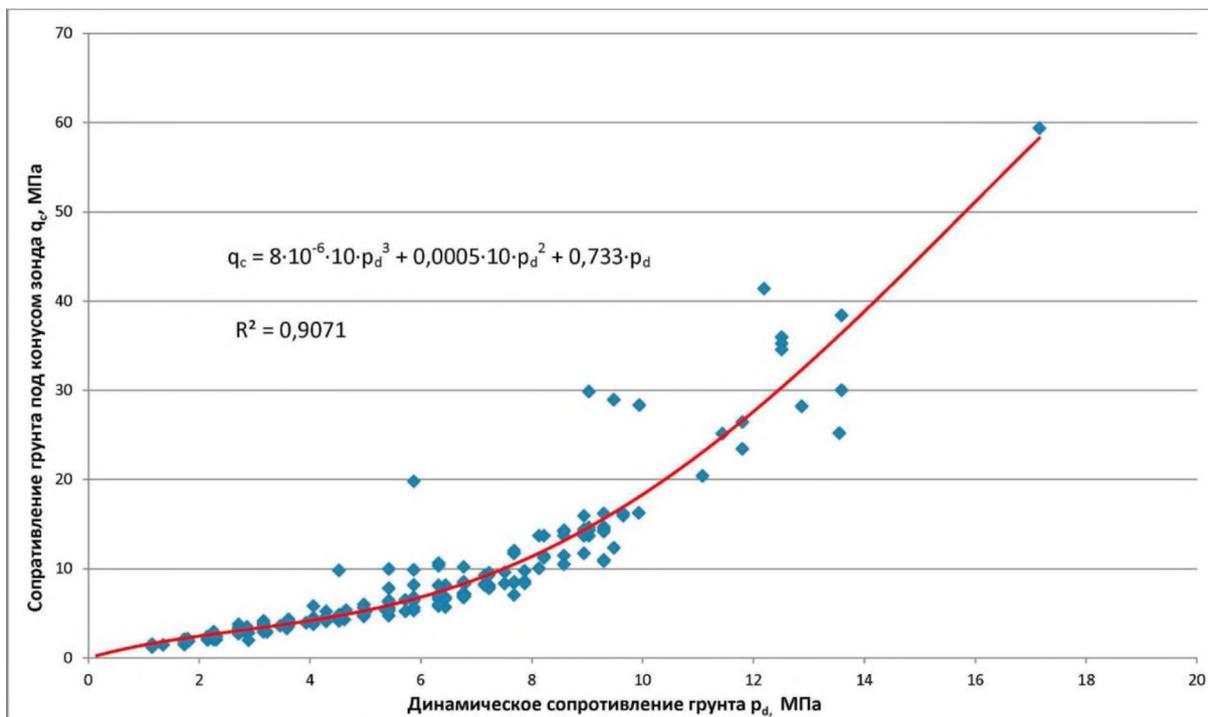


Рисунок 2. Соотношение между сопротивлением грунта под конусом зонда  $q_c$ , МПа и дин. сопротивлением грунта  $p_d$  МПа - для песчаных грунтов

## Раздел 3. «Строительство»

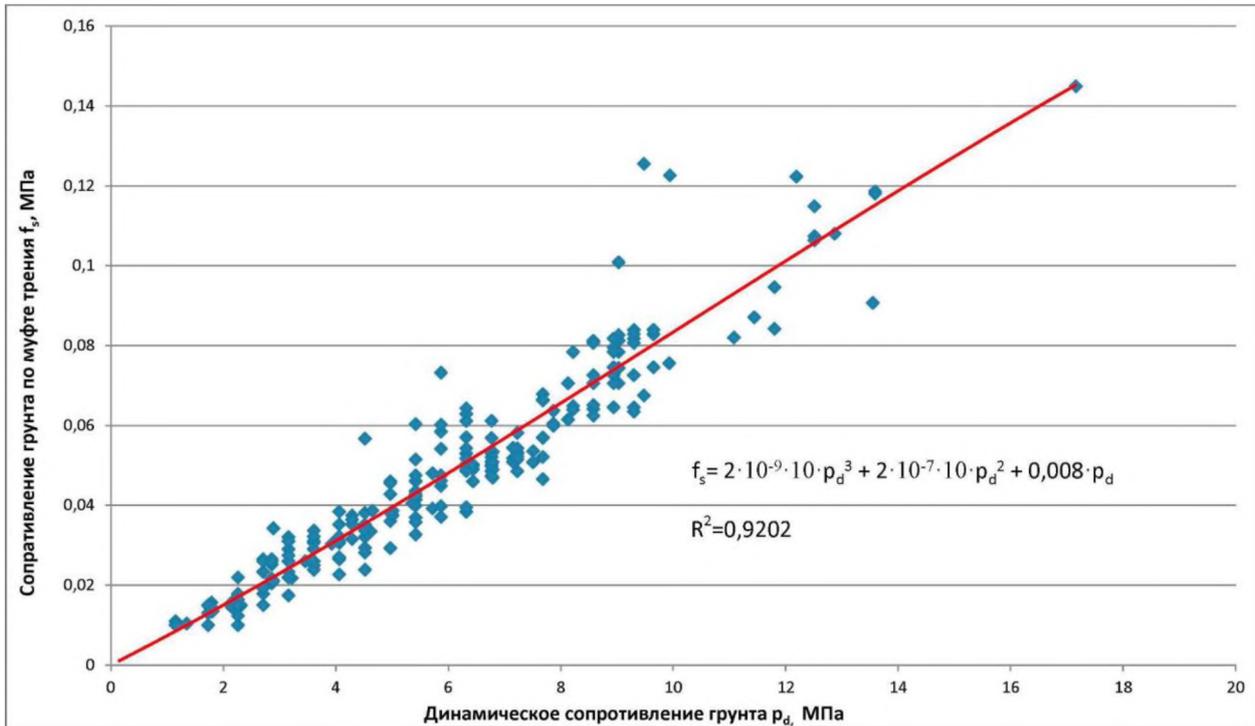


Рисунок 3. Соотношение между сопротивлением грунта по муфте трения  $f_s$ , МПа и динамическим сопротивлением грунта  $p_d$  МПа - для песчаных грунтов

В связи с тем, что проведение полевых опытных работ по определению прочностных и деформационных свойств глинистых грунтов очень длительны по времени, получаемые характеристики имеют дискретный характер распределения в пространстве и очень дорогостоящие, сопоставление прочностных и деформационных характеристик грунта определенных по динамическому зондированию, производится с аналогичными характеристиками, полученными по результатам статического зондирования на аналогичных грунтах.

При определении модуля деформации глинистого грунта по данным динамического зондирования (рис. 4), с использованием полученных критериев в сравнении с величинами модуля деформации полученными по результатам статического зондирования в аналогичных грунтовых условиях, несоответствии полученных значений в сторону увеличения, в среднем составляет 6,43 % с максимальным значением 34,4 %; в сторону уменьшения, в среднем составляет 7,75 %, с максимальным значением 32,9 %.

При сравнении угла внутреннего трения в суглинках (рис. 5), определенного по полученным критериям методами статического и динамического зондирования в аналогичных грунтовых условиях, несоответствие полученных значений в сторону увеличения, в среднем составляет 1,44 % с максимальным значением 6,9 %; в сторону уменьшения, в среднем составляет 1,6 %, с максимальным значением 9,78 %.

При сравнении удельного сцепления в суглинках (рис. 6), определенного по полученным критериям методами статического и динамического зондирования в аналогичных грунтовых условиях, несоответствие полученных значений в сторону увеличения, в среднем составляет 4,26 % с максимальным значением 16,41 %; в сторону уменьшения, в среднем составляет 2,44 %, с максимальным значением 14,38%.

При сопоставлении угла внутреннего трения в глинах (рис. 7), определенного по полученным данным методами статического и динамического зондирования в аналогичных

**Раздел 3. «Строительство»**

грунтовых условиях, несоответствие полученных значений в сторону увеличения, в среднем составляет 2,26 % с максимальным значением 7,1 %; в сторону уменьшения, в среднем составляет 1,84 %, с максимальным значением 4,5 %.

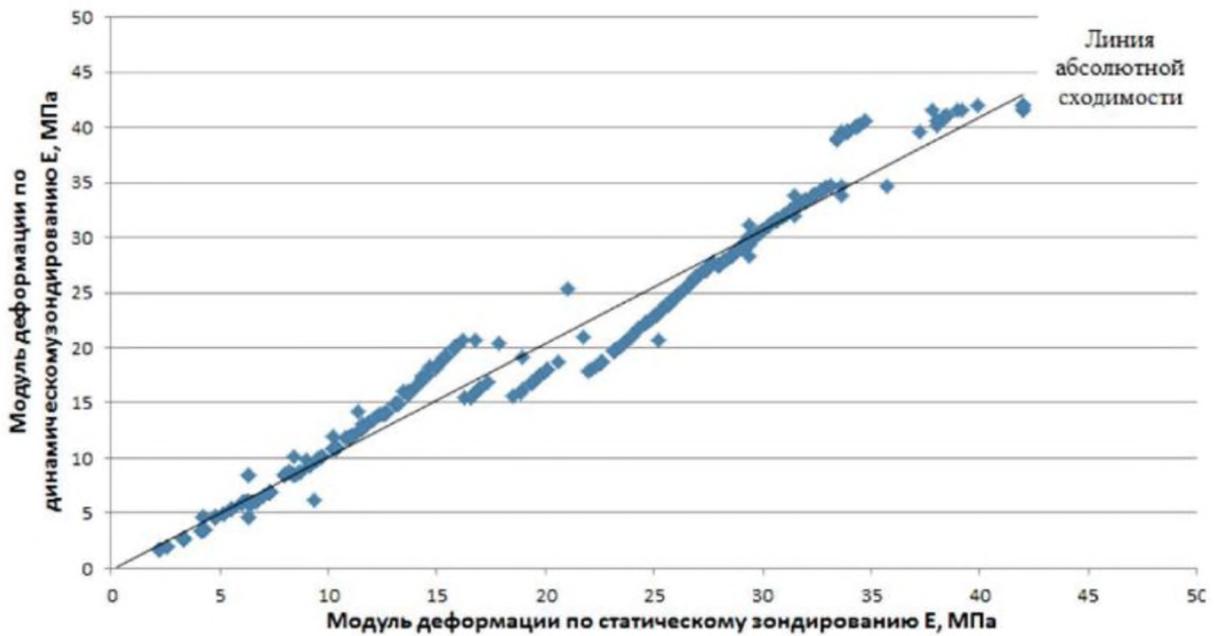


Рисунок 4 - Сравнение модуля деформации грунта E, МПа определенного по динамическому и статическому зондированиям в глинистых грунтах

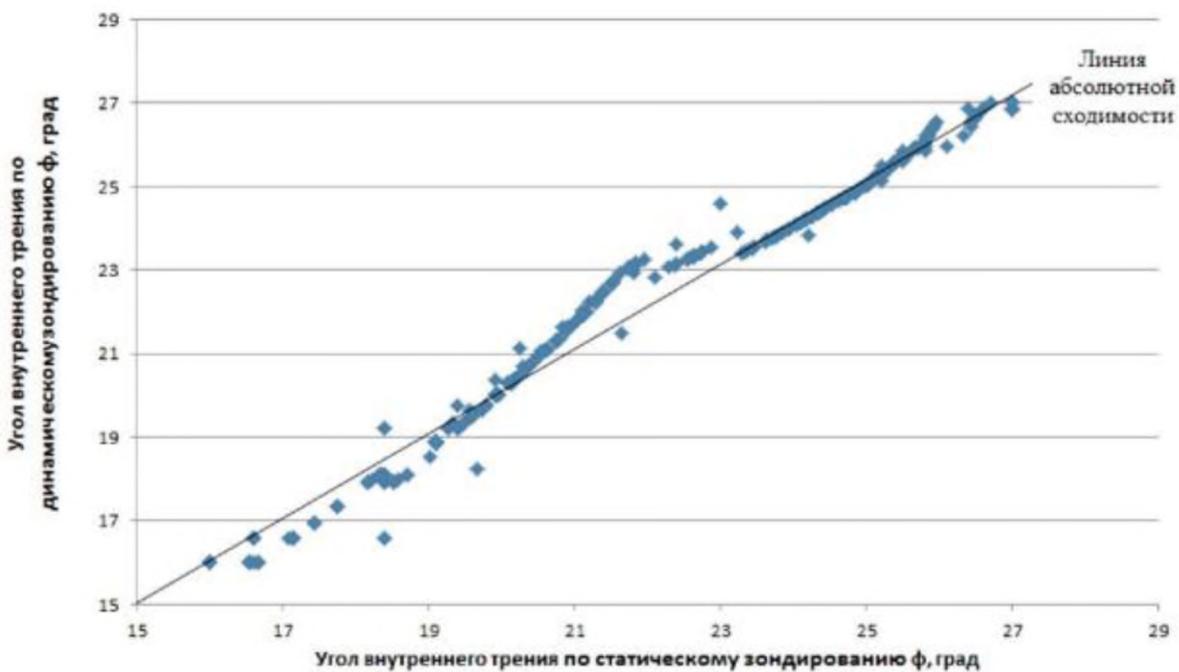


Рисунок 5. Сравнение угла внутреннего трения  $\phi$ , град, определенного по динамическому и статическому зондированиям в суглинках

Раздел 3. «Строительство»

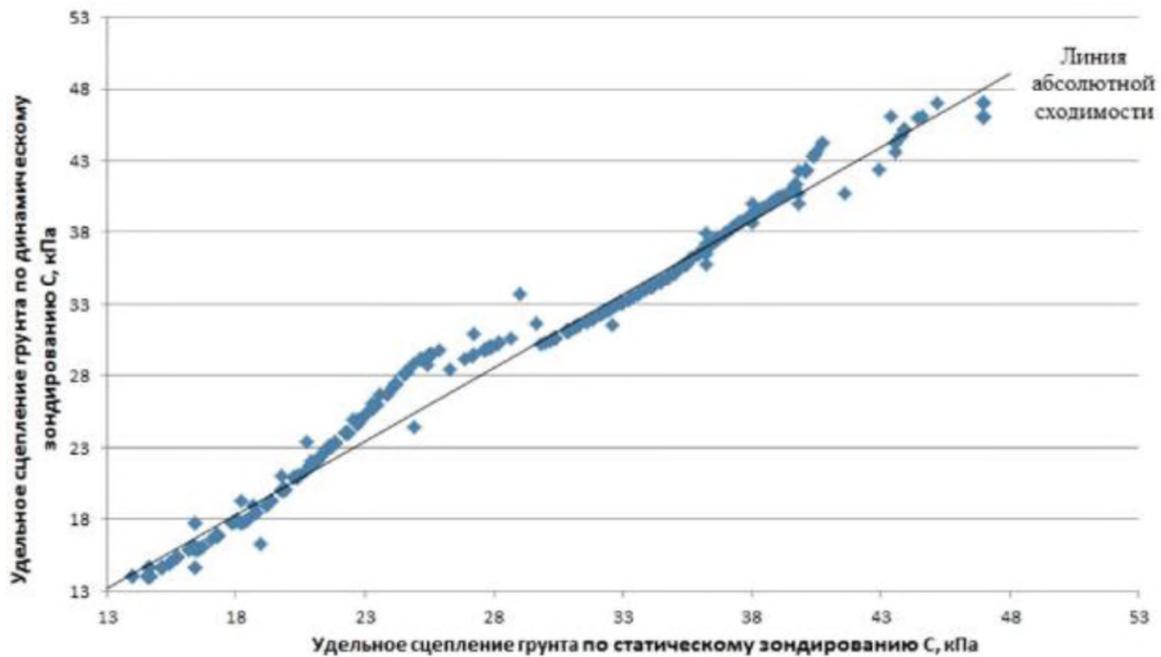


Рисунок 6. Сравнение удельного сцепления грунта  $C$ , кПа, определенного по динамическому и статическому зондированием в суглинках

При сопоставлении удельного сцепления грунта в глинах (рис. 8), определенного по полученным данным методами статического и динамического зондирований в аналогичных грунтовых условиях, несоответствие полученных значений в сторону увеличения, в среднем составляет 2,55 % с максимальным значением 9,91 %; в сторону уменьшения, в среднем составляет 1,87 %, с максимальным значением 10,34 %.

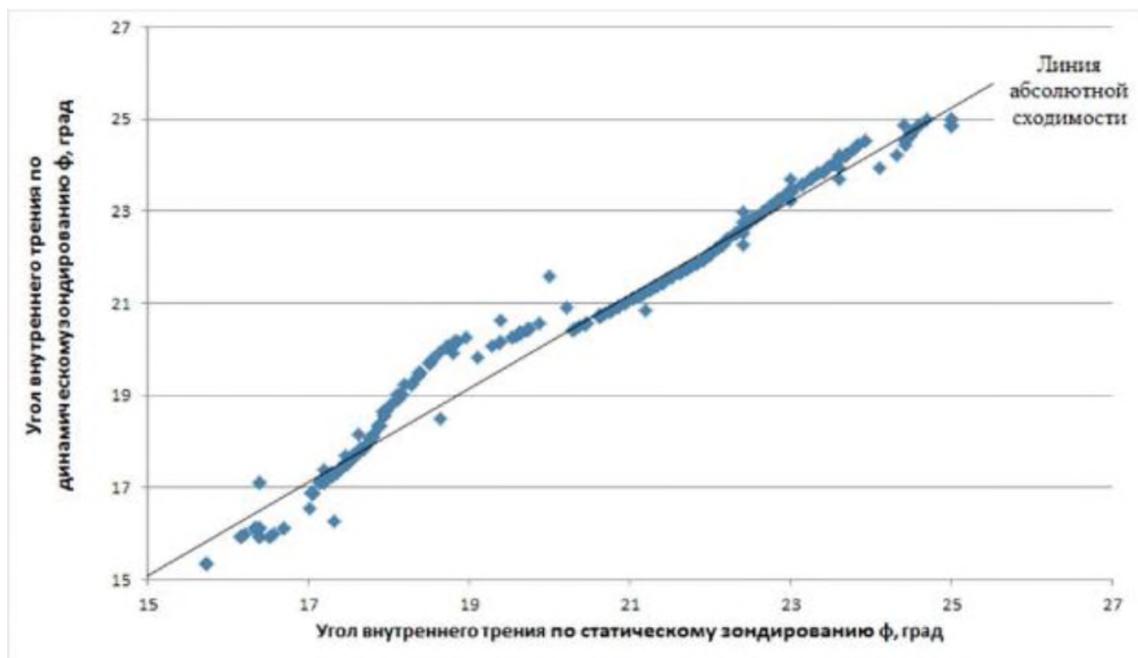


Рисунок 7. Сравнение угла внутреннего трения  $\phi$ , град, определенного по динамическому и статическому зондированием в глинах

## Раздел 3. «Строительство»

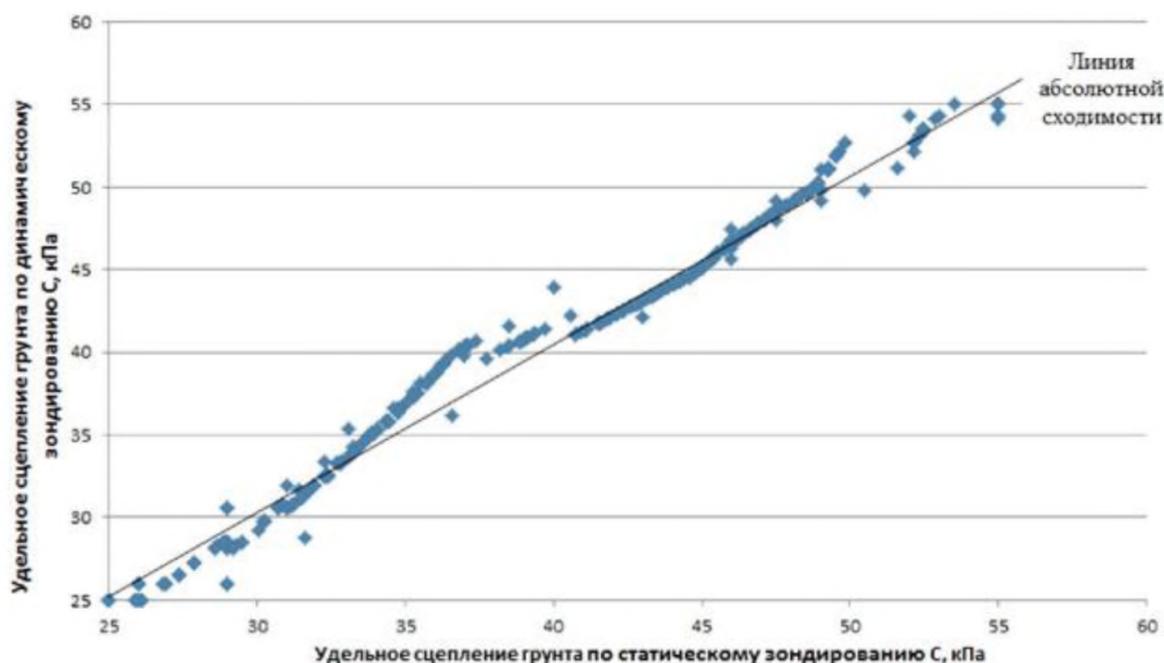


Рисунок 8. Сравнение удельного сцепления грунта  $C$ , кПа, определенного по динамическому и статическому зондированием в глинах

Столь значительные отклонения максимальных значений погрешности определения прочностных и деформационных свойств глинистых грунтов, связаны с методикой определения динамического сопротивления грунта. В связи с тем, что для расчета динамического сопротивления грунта по формуле используются коэффициент  $K_1$  учитывающий потерю энергии удара молота о наковальню и на упругие деформации зондировочных штанг, а также  $K_2$  - коэффициент, учитывающий потерю энергии на трение штанг о грунт, используются табличные значения, которые имеют ступенчатый характер. Так для глубины погружения зонда 1,4 м для зондирующей установки среднего класса  $K_1 = 0,62$  и  $K_2=1$ , то для глубины погружения зонда 1,5 м, будет  $K_1 = 0,56$  и  $K_2 = 0,83$  (для глинистых грунтов), то есть при одинаковом количестве ударов молота для глубины 1,4 м и 1,5 м разница определения динамического сопротивления грунта составит порядка 33 %.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Клемяционок П.Л. Косвенные методы определения показателей свойств грунтов. Л. Стройиздат. 1987. - 142 с.
- 2 Бондарик Г.К. Динамическое и статическое зондирование грунтов в инженерной геологии. М. Недра, 1964. - 289 с.

Б.А. Базаров, А.Н. Конакбаева, А.Б. Базаров, А.Б. Турсынбекова

**Сазды топырақтың беріктілік қасиеттері көрсеткіштерінің және топырақ массивтерінің динамикалық кедергісінің тәуелділігін зерттеу**

**Аңдатпа.** Бұл мақалада сазды топырақтардың беріктік қасиеттеріне және топырақ массивтерінің динамикалық кедергісіне тәуелділікті зерттеу қарастырылады, бұл құрылыста және (немесе) пайдалану кезеңіндегі құрылымдардың тұрақтылығы немесе олардың жай-

### Раздел 3. «Строительство»

күйінен қалыпты жағдайдан ауытқуы көбінесе топырақтың құрылыс қасиеттерін анықтау сенімділігіне байланысты болатындығын көрсетеді, геотехникалық есептеулер негізінде шөгінділер, түпкілікті жүктемелер, кернеулік күйі және олардың сипаттамалары құрылыс алаңдарының топырақ негізімен өзара әрекеттесуі.

**Түйін сөздер:** топырақтың массивы, топырақтың түпкілікті кедергісі, динамикалық және статикалық дыбысталуы, қадалардың жүк көтергіштігі, эксперимент алаңы, топырақтың физика-механикалық, беріктік және деформациялық қасиеттері, іргетас негіздері, далалық сынақтар.

B. Bazarov, A. Konakbaeva, A. Bazarov, A. Tursinbekova

#### **Study of the dependence of strength properties of clay soils and dynamic resistance of soil masses**

**Abstract.** This article discusses an analysis of studies of the dependence of the strength properties of clay soils and the dynamic resistance of soil massifs, showing that the stability of structures or the deviation of their condition from normal conditions in the construction and (or) operational period largely depends on the reliability of determining the construction properties of soils on which based on geotechnical calculations in terms of sediments, ultimate loads, stress-strain state and the resulting characteristics of the interaction of construction sites with a soil base.

**Key words:** soil mass, ultimate soil resistance, dynamic and static sounding, load-bearing capacity of piles, experimental site, physicommechanical, strength and deformation properties of soils, foundation foundations, field tests.

**Раздел 3. «Строительство»**

МРНТИ 67.11. 15

Б.А. БАЗАРОВ<sup>1</sup>, А.Н. КОНАКБАЕВА<sup>1</sup>, А.Б. БАЗАРОВ<sup>1</sup>, А.Б. ТУРСЫНБЕКОВА<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИНАМИЧЕСКОГО  
СОПРОТИВЛЕНИЯ ГРУНТА И СТАТИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ**

**Аннотация.** В данной статье рассматривается установление зависимости между показателями сопротивления грунта при статическом и динамическом зондированиях, которые необходимо сопоставить с динамическим сопротивлением грунта с сопротивлением грунта по муфте трения и под конусом зонда в примерно одинаковых грунтовых условиях. Так же очевидно, что соотношения для глинистых и песчаных грунтов будут различны, так как при проведении статического зондирования в песчаных грунтах, доля сопротивления грунта под конусом зонда значительно выше сопротивления грунта по муфте трения и наоборот, в глинистых грунтах доля сопротивления грунта по муфте трения возрастает.

**Ключевые слова:** глинистые и песчаные грунты, сопротивление грунта, динамическое и статическое зондирование, несущая способность свай, экспериментальная площадка, физико-механические и деформационные свойства грунтов.

В настоящее время на основании нормативных документов динамическое зондирование в глинистых грунтах применяется для уточнения выявленных при проходке горных выработок границ инженерно-геологических элементов, определения кровли несущего слоя и косвенной оценки возможности погружения забивных свай. В песчаных грунтах, в дополнение к выше перечисленному, может быть определена плотность сложения песков, угол внутреннего трения и модуль деформации таблице 1-2.

Однако данных характеристик недостаточно, в связи с тем, что очень часто пески покрыты аллювиальными глинистыми грунтами, а также подстилаются элювиальными или иными глинистыми образованиями. В связи с этим, бывают случаи, когда установки статического зондирования не способны «продавить» аллювиальные пески, которые впоследствии будут пройдены опытными сваями и подстилающие глинистые грунты будут приняты как несущий слой. В данных условиях должен быть применен поинтервальный метод статического зондирования, с бурением и «обсадкой» скважины, с забоя которой будет продолжен опыт по статическому зондированию. Однако выполнить это очень сложно и длительно по времени, поэтому часто опытные работы заканчиваются на максимально достигнутой глубине, т.е. в песках [1]. Проведение параллельных опытов по статическому и динамическому зондированию, в данных условиях, может позволить получить физико-механические, прочностные и деформационные характеристики песчаных и глинистых грунтов, но это требует дополнительных затрат материальных и трудовых ресурсов, на что «Заказчики» инженерно-геологических изысканий идут крайне неохотно [2].

Вместе с тем, проведение динамического зондирования не дает возможность оценить несущую способность свай, что крайне неудобно. В связи с этим, статическое зондирование является обязательным для строительства на свайных фундаментах.

Все выше приведенные обстоятельства заставляют искать зависимости, позволяющие по данным динамического зондирования определять физико-механические и деформационные свойства глинистых грунтов, а так же зависимости, дающие возможность оценить несущую способность свай [3].

## Раздел 3. «Строительство»

Таблица 1. Плотность сложения песков в зависимости от динамического сопротивления грунта по СП 11-105-97

ПЕСКИ	Плотность сложения при $p_d$ , МПа		
	Плотные	Средней плотности	Рыхлые
Крупные и средней крупности независимо от влажности	Свыше 9,8	2,7-9,8	Менее 2,7
Мелкие: маловлажные и влажные водонасыщенные	Свыше 8,6 Свыше 6,6	2,3-8,6 1,6-6,6	Менее 2,3 Менее 1,6
Пылеватые маловлажные и влажные	Свыше 6,6	1,6-6,6	Менее 1,6

Таблица 2. Модуль деформации и угол внутреннего трения для песков в зависимости от динамического сопротивления грунта по СП 11-105-97

ПЕСКИ	Характеристики свойств грунтов	Нормативные $E$ , МПа и $\phi$ градусов при $p_d$ , МПа									
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Все генетические типы, кроме аллювиальных и флювиогляциальных: крупные и средней крупности независимо от влажности	$E$ , МПа $\phi$ , градусов	21	31	39	45	51	55	59	62	64	66
		31	34	36	38	39	40	41	42	43	43
Мелкие независимо от влажности	$E$ , МПа $\phi$ , градусов	15 29	23 32	30 33	34 35	39 36	42 37	45 38	48 39	51 40	53 41
Пылеватые (неводонасыщенные)	$E$ , МПа $\phi$ , градусов	10 27	18 29	23 31	27 32	30 33	33 34	36 35	38 36	40 37	42 37
Аллювиальные и флювиогляциальные	$E$ , МПа	15	24	32	41	49	57	65	73	81	89

Следует, кратко остановиться на характере зависимостей, полученных разными исследователями, при исследовании грунтов динамическим зондированием.

При проведении исследований в песчаных грунтах получены зависимости величины плотности скелета грунта от числа ударов, то есть характеристики, в основном определяющие прочностные показатели грунта. Кулачкин Б.И [4] во влажных и сухих песках получил независимо от влажности четкую линейную зависимость между объемным весом и показателем зондирования.

Очевидно, что для установления зависимости между показателями сопротивления грунта при статическом и динамическом зондировании необходимо сопоставить динамическое сопротивление грунта с сопротивлением грунта по муфте трения и под конусом зонда в примерно одинаковых грунтовых условиях. Так же очевидно, что соотношения для глинистых и песчаных грунтов будут различны, так как при проведении статического зондирования в песчаных грунтах, доля сопротивления грунта под конусом зонда значительно выше

### Раздел 3. «Строительство»

сопротивления грунта по муфте трения и наоборот, в глинистых грунтах доля сопротивления грунта по муфте трения возрастает.

Для наглядности экспериментальных данных исследуемой площадки и дальнейшей их обработки, полученные сопротивления грунтов (динамическое сопротивление грунта, полученное при динамическом зондировании и сопротивление грунта под конусом зонда и по муфте трения, полученное при статическом зондировании) были сведены в обобщенную таблицу 3 по одному из параллельных опытов. Для каждого из отсчетов (глубин) указан вид грунта (глинистый или песчаный), установленный при бурении, граница которого уточнена при выполнении зондирования. По представленным в таблице данным, построены графики распределения сопротивлений грунта под конусом зонда и по муфте трения при статическом и динамическом зондированиях (Рис. 1).

Из графика, изображенного на рисунке 1 визуально можно установить, что имеет место зависимость между динамическим сопротивлением грунта и сопротивлением грунта, полученном при статическом зондировании под конусом зонда и по муфте трения[5].

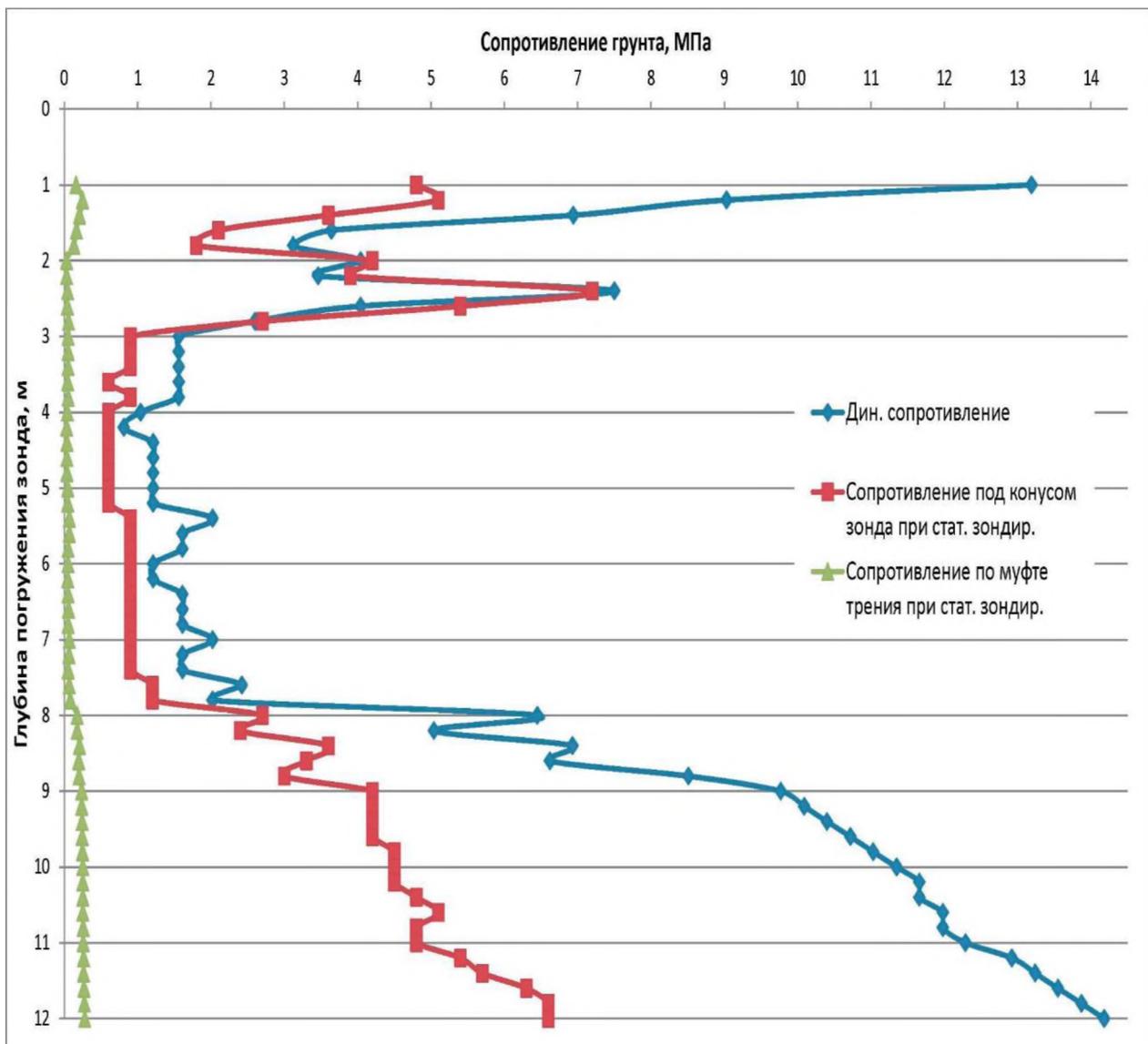


Рисунок 1. График распределения сопротивлений грунта при статическом и динамическом зондированиях

## Раздел 3. «Строительство»

Таблица 3. Сопротивления грунтов при динамическом и статическом зондированиях

Глубина погружения, м	Динамическое сопротивление $p_d$ , МПа	Сопротивление под конусом зонда $q_c$ , МПа	Сопротивление по муфте трения $f_s$ , МПа	Вид грунта: г - глинистый; п - песчаный	Глубина погружения, м	Динамическое сопротивление $p_d$ , МПа	Сопротивление под конусом зонда $q_c$ , МПа	Сопротивление по муфте трения $f_s$ , МПа	Вид грунта: г - глинистый; п - песчаный
1,0	13,19	4,8	0,159	г	6,6	1,61	0,9	0,057	г
1,2	9,03	5,1	0,247	г	6,8	1,61	0,9	0,051	г
1,4	6,94	3,6	0,206	г	7,0	2,02	0,9	0,067	г
1,6	3,64	2,1	0,165	г	7,2	1,61	0,9	0,062	г
1,8	3,12	1,8	0,129	г	7,4	1,61	0,9	0,051	г
2,0	4,04	4,2	0,031	п	7,6	2,42	1,2	0,067	г
2,2	3,46	3,9	0,031	п	7,8	2,02	1,2	0,082	г
2,4	7,50	7,2	0,046	п	8,0	6,45	2,7	0,175	г
2,6	4,04	5,4	0,041	п	8,2	5,04	2,4	0,175	г
2,8	2,60	2,7	0,057	г	8,4	6,93	3,6	0,206	г
3,0	1,56	0,9	0,051	г	8,6	6,62	3,3	0,195	г
3,2	1,56	0,9	0,051	г	8,8	8,51	3,0	0,201	г
3,4	1,56	0,9	0,051	г	9,0	9,77	4,2	0,237	г
3,6	1,56	0,6	0,046	г	9,2	10,09	4,2	0,237	г
3,8	1,56	0,9	0,051	г	9,4	10,40	4,2	0,242	г
4,0	1,04	0,6	0,041	г	9,6	10,72	4,2	0,242	г
4,2	0,81	0,6	0,031	г	9,8	11,03	4,5	0,247	г
4,4	1,21	0,6	0,036	г	10,0	11,35	4,5	0,252	г
4,6	1,21	0,036	0,036	г	10,2	11,66	4,5	0,252	г
4,8	1,21	0,036	0,036	г	10,4	11,66	4,8	0,252	г
5,0	1,21	0,046	0,046	г	10,6	11,98	5,1	0,252	г
5,2	1,21	0,046	0,046	г	10,8	11,98	4,8	0,257	г
5,4	2,02	0,067	0,067	г	11,0	12,29	4,8	0,257	г
5,6	1,61	0,067	0,067	г	11,2	12,92	5,4	0,262	г
5,8	1,61	0,051	0,051	г	11,4	13,24	5,7	0,262	г
6,0	1,21	0,051	0,051	г	11,6	13,55	6,3	0,267	г
6,2	1,21	0,046	0,046	г	11,8	13,87	6,6	0,273	г
6,4	1,61	0,051	0,051	г	12,0	14,18	6,6	0,278	г

Для установления зависимости по полученным значениям, в программном комплексе MS Excel могут быть построены диаграммы распределения сопротивления грунта под конусом зонда  $q_c$  (Рисунок 2) и сопротивления грунта по муфте трения  $f_s$  (Рисунок 3) в зависимости от динамического сопротивления грунта  $p_d$ . По полученным точкам диаграммы производится аппроксимация (построение линии тренда) экспериментальных данных, стандартными средствами MS Excel, с выбором такого вида аппроксимации, для которого значение критерия

## Раздел 3. «Строительство»

достоверности аппроксимации  $R^2$ , наиболее близок к единице. Для диаграммы на рисунках 2 и 3 был выбран полиномиальный вид аппроксимации в 4-й степени, с величиной достоверности аппроксимации  $R^2 = 0,9721$  и  $R^2 = 0,9647$  соответственно.

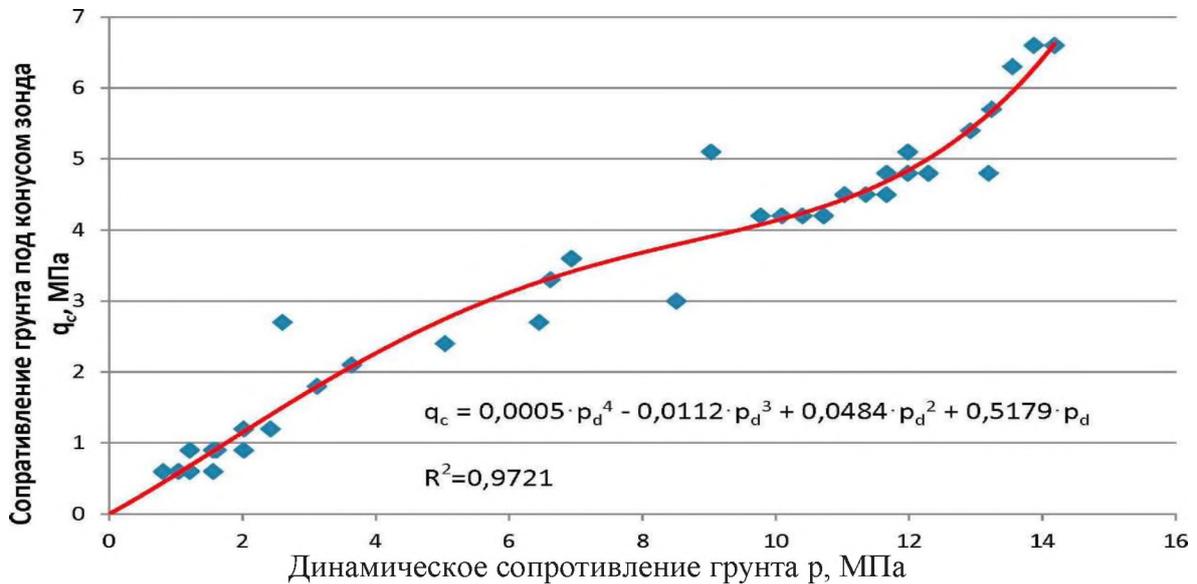


Рисунок 2. Соотношение между сопротивлением грунта под конусом зонда  $q_c$ , МПа и динамическим сопротивлением грунта  $p_d$ , МПа (по одному опыту) - для глинистого грунта

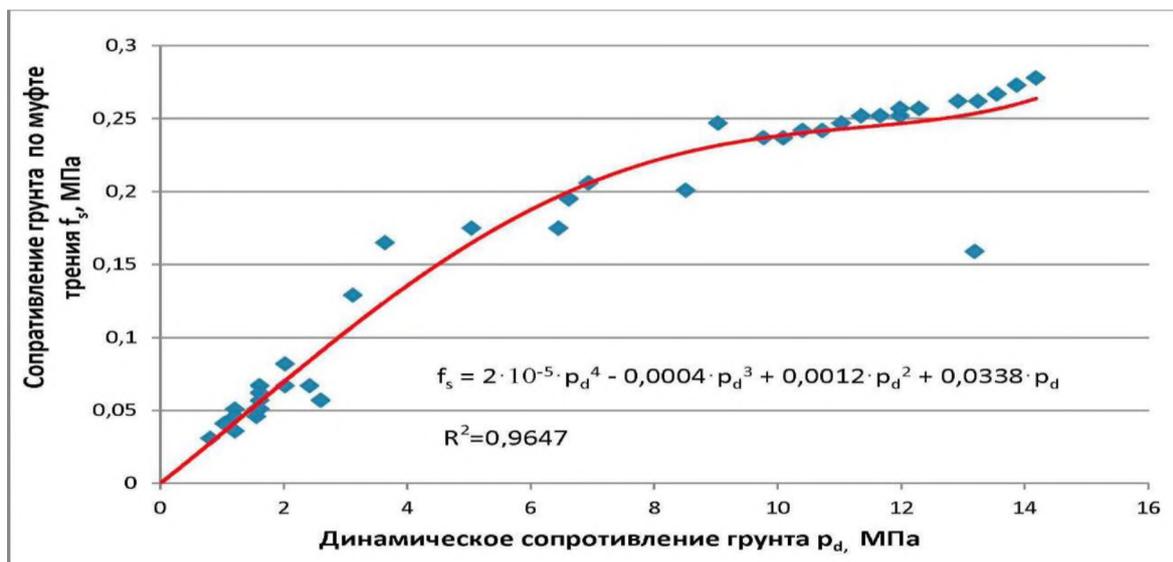


Рисунок 3. Соотношение между сопротивлением грунта по муфте трения  $f_s$ , МПа и динамическим сопротивлением грунта  $p_d$ , МПа (по одному опыту) - для глинистого грунта

Для более детального установления зависимостей между показателями динамического и статического зондирования необходимо сопоставить данные большего количества мест, в которых были параллельно проведены соответствующие опытные работы. На рассматриваемой экспериментальной площадке было выполнено параллельное зондирование грунтов в 20 местах на расстоянии друг от друга - 1 м. По полученным данным были построены соответствующие графики соотношений сопротивлений грунта под конусом зонда

**Раздел 3. «Строительство»**

и по муфте трения, полученные в результате статического зондирования грунтов с динамическим сопротивлением грунта [6].

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

- 1 Санглер Г. Исследование грунтов методом зондирования. -М., Стройиздат, 2001. - 164 с.
- 2 Бондарик Г.К. Динамическое и статическое зондирование грунтов в инженерной геологии. М. Недра, 2014. - 164 с.
- 3 Рубинштейн А.Я. Динамическое зондирование грунтов/ А.Я. Рубинштейн, Б.И. Кулачкин. – М. Недра, 1994. - 92 с.
- 4 Кулачкин Б.И., Проблемы и перспективы геотехники / Б.И. Кулачкин., А.И. Радкевич, А.Д. Соколов. –М., 2013. - 239 с.
- 5 Трофименков Ю.Г., Матяшевич И.А., Лешин Г.М., Ханин Р.Е. Достоверность способов определения расчетной нагрузки на забивную сваю/ Основания, фундаменты и механика грунтов,- 1983,- №1,- С.15-17.
- 6 Кулачкин Б.И. Совершенствование методов зондирования для оценки свойств грунтов/ Основания, фундаменты и механика грунтов. - 1982. - № 6. - С. 24-25.

Б.А. Базаров, А.Н. Конакбаева, А.Б. Базаров, А.Б. Турсынбекова

**Топырақтың динамикалық кедергісі мен статикалық зондтау көрсеткіштерінің тәуелділігін анықтау**

**Аңдатпа.** Бұл мақалада статикалық және динамикалық дыбыстардағы топырақтың кедергісі арасындағы қатынасты орнату қарастырылады, оны топырақтың динамикалық кедергісімен үйкеліс ілінісіндегі және зондтың конусымен шамамен бірдей жер жағдайында топырақтың кедергісімен салыстыру керек. Сонымен қатар сазды және құмды топырақтардың ара қатынасы әр түрлі болатыны анық, өйткені құмды топырақтарда статикалық дыбыс шығарған кезде зондтың конусы астындағы топырақтың кедергісі үйкеліс ілінісіндегі топырақтың кедергісінен әлдеқайда жоғары болады және керісінше, сазды топырақтарда үйкеліс ілінісіндегі топыраққа төзімділіктің үлесі артады.

**Түйінді сөздер:** сазды және құмды топырақ, топыраққа төзімділік, динамикалық және статикалық дыбыс, қадалардың жүк көтергіштігі, эксперимент алаңы, топырақтың физикалық, механикалық және деформациялық қасиеттері.

B. Bazarov, A. Konakbaeva, A. Bazarov, A. Tursinbekova

**Determination of dependence of indicators of dynamic resistance of soil and static sounding**

**Abstract.** This article discusses the establishment of a relationship between soil resistance in static and dynamic soundings, which must be compared with dynamic soil resistance with soil resistance in the friction clutch and under the cone of the probe under approximately the same ground conditions. It is also obvious that the ratios for clay and sandy soils will be different, since when conducting static sensing in sandy soils, the proportion of soil resistance under the cone of the probe is much higher than the soil resistance in the friction clutch and vice versa, in clay soils the proportion of soil resistance in the friction clutch increases.

**Key words:** clay and sandy soils, soil resistance, dynamic and static sounding, load-bearing capacity of piles, experimental site, physical, mechanical and deformation properties of soils.

**Раздел 3. «Строительство»**

МРНТИ 67.11.15

Б.А. БАЗАРОВ<sup>1</sup>, А.Н. КОНАКБАЕВА<sup>1</sup>, Б.О. КАЛДАНОВА<sup>1</sup>, А.Б. БАЗАРОВ<sup>1</sup>,  
А.Б. ТУРСЫНБЕКОВА<sup>1</sup><sup>1</sup>(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)**К ВОПРОСУ ОСНОВНЫХ НЕДОСТАТКОВ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ГРУНТОВЫХ  
ОСНОВАНИЙ**

**Аннотация.** В данной статье рассматривается исследования грунтовых оснований различными методами. Известно, что для свайных фундаментов наиболее достоверные данные о предельном сопротивлении сваи, о сопротивлении грунтов под ее острием и по ее боковой поверхности, о коэффициенте постели и других показателях, характеризующих взаимодействие сваи с окружающими грунтами, могут быть получены при полевых испытаниях статическими нагрузками в соответствии с гост 5686-94 опытных свай натурального размера, погружаемых либо устраиваемых тем же способом, как и сваи, которые предполагается применить как «рабочие», так и лабораторными методами. При этом следует иметь в виду, что самые надежные данные о работе свайного фундамента могут быть получены путем полевых испытаний статическими нагрузками опытных кустов из свай натуральных размеров.

**Ключевые слова:** основания фундаментов, грунты, предельное сопротивление грунта, динамическое и статическое зондирование, несущая способность свай, экспериментальная площадка, физико - механические и деформационные свойства грунтов, полевые испытания.

Для получения исходных данных для проектирования свайных фундаментов применяют сочетание различных методов исследований грунтов.

Если в пределах исследуемой толщи грунтов вскрыты скальные грунты или твердые глины, которые могут служить опорным слоем для свай - стоек, то необходимо определять их прочность на одноосное сжатие -  $R_c$  в лабораторных условиях, а если скальные грунты представлены выветрелыми и размягчаемыми разностями - проводить полевые испытания грунтов штампом, либо испытания натуральных свай статическими нагрузками. Если до начала исследований грунтов известно, что по условиям их залегания будут запроектированы свай-стойки, то определять характеристики не требуется.

Следует подчеркнуть, что необходимость получения данных, должна устанавливаться проектным институтом и обязательно указываться в техническом задании на инженерно-геологические изыскания.

Для определенной характеристики грунта или сопротивления рассмотрим применяемые методы их исследования. На первом месте стоит так называемый «эталонный метод». Хотя понятие «эталонный метод» применительно к исследованиям грунтов для проектирования фундаментов дано достаточно условно, оно как показано в [1], удобно, если принять, что эталонный метод - метод исследования грунтов, с помощью которого обеспечивается получение наиболее достоверного значения той или иной характеристики, либо того или иного сопротивления применительно к методам расчета оснований зданий и сооружений, установленным действующими нормами на проектирование.

Очевидно, что для свайных фундаментов наиболее достоверные данные о предельном сопротивлении сваи, о сопротивлении грунтов под ее острием и по ее боковой поверхности, о коэффициенте постели и других показателях, характеризующих взаимодействие сваи с окружающими грунтами, могут быть получены при полевых испытаниях статическими

### Раздел 3. «Строительство»

нагрузками в соответствии с ГОСТ 5686-94 [2] опытных свай натурального размера, погружаемых либо устраиваемых тем же способом, как и сваи, которые предполагается применить как «рабочие». При этом следует иметь в виду, что самые надежные данные о работе свайного фундамента могут быть получены путем полевых испытаний статическими нагрузками опытных кустов из свай натуральных размеров. Однако ввиду значительной сложности и большой стоимости подобных испытаний, они проводятся лишь в исключительных случаях и по специальному техническому заданию.

Эталонным методом определения модуля деформации грунтов являются полевые испытания в соответствии с ГОСТ 20276-99 [3] штампами, поскольку граничные условия и траектории нагружения грунтов для штампа и свайного фундамента при расчете по деформациям, рассматриваемого в соответствии со СНиП РК 5.01-03-2002 [4] как условный фундамент на естественном основании, наиболее близки. Однако при исследованиях грунтов для проектирования свайных фундаментов штампы площадью 2500-5000 см<sup>2</sup>, устанавливаемые в шурфах, дудках и котлованах, обеспечивающие получение наиболее достоверных значений модуля деформации грунтов, практически не находят применения. Это связано с тем, что при расчетах оснований свайных фундаментов по деформациям необходимо иметь данные о модуле деформации грунтов только на уровне острия свай и ниже их, а для сооружений, основания которых рассчитываются по деформациям длина свай составляет не менее 3 м, причем в подавляющем большинстве случаев - не менее 5 м. Испытания же грунтов штампами площадью 2500-5000 см<sup>2</sup> на глубинах более 5 м, и особенно ниже уровня подземных вод, чрезвычайно сложны и дороги. В этих условиях в качестве эталонного метода определения модуля деформации следует рассматривать полевые испытания грунтов винтовым штампом площадью 600 см<sup>2</sup> в скважинах или массиве, выполняемые согласно ГОСТ 20276-99 [3] и обеспечивающие получение значений модуля деформации, соответствующих значениям, получаемым при испытаниях грунтов штампом площадью 5000 см<sup>2</sup> [5].

При определении по результатам полевых испытаний грунтов штампами эталонных значений модуля деформации грунтов следует руководствоваться указаниями ГОСТ 20276-99 [3] о выборе линейного участка графика «осадка штампа - давление на штамп».

Наиболее достоверным методом определения прочностных характеристик грунтов является полевые испытания на срез целиков грунта в шурфах и котлованах. Этот метод следует рассматривать как эталонный в тех случаях, когда прочностные характеристики грунтов необходимо знать выше уровня острия свай, т.е. на сравнительно небольших глубинах, применительно к расчетам оснований свай по устойчивости и возможности образования поверхностей скольжения, охватывающих значительные по объему массивы грунтов.

В то же время, как отмечалось ранее, определение прочностных характеристик грунтов выше уровня острия свай для расчетов оснований по устойчивости необходимо лишь в отдельных случаях, а определение прочностных характеристик грунтов, залегающих непосредственно под острием свай, для расчетов оснований по деформациям, необходимо во всех случаях проектирования зданий и сооружений I и II уровней ответственности, так как требуется определять расчетные сопротивления грунта основания, ограничивающее расчетный линейный участок зависимости осадки фундамента от нагрузки. Поскольку, с одной стороны, метод определения расчетного давления, регламентируемый СНиП РК 5.01-01-2002 [6], достаточно условен и, с другой стороны, проверка этого метода осуществлялась по экспериментальным значениям прочностных характеристик, полученным при лабораторных испытаниях образцов грунта на срез, то именно эти испытания и следует принимать в качестве эталонного метода определения прочностных характеристик грунтов применительно к расчетам оснований свайных фундаментов по деформациям.

### Раздел 3. «Строительство»

В соответствии с изложенным, получаемые эталонными методами значения характеристик грунтов и сопротивления следует рассматривать как наиболее точные (эталонные) их значения для изучаемых грунтов, и с этими значениями следует сравнивать значения аналогичных характеристик либо сопротивлений, полученных другими методами. При таком сравнении необходимо четко знать при каких значениях или в каких интервалах измеряемых при эталонных испытаниях показателей определены искомые характеристики и сопротивления.

Рассмотрим предельное сопротивление свай. В современной практике повсеместно распространены 5 методов определения несущей способности грунтового основания применительно к фундаментам из забивных свай:

- 1) расчет по показателю текучести (для пылевато-глинистых грунтов) и по гранулометрическому составу (для песчаных);
- 2) статическое зондирование;
- 3) испытание динамической нагрузкой на сваю;
- 4) испытание эталонной свай;
- 5) испытание статической нагрузкой на сваю.

В практике проектирования свайных фундаментов, особенно при предварительном выборе вида, размеров, количества и глубины погружения (заложения) свай, широко используется приведенный в СНиП РК 5.01-03-2002 [4] так называемый табличный метод расчета несущей способности висячих свай по физическим характеристикам грунтов, определяемым в лабораторных условиях. Согласно этому методу, предельные удельные сопротивления грунтов под острием свай  $R$  и по ее боковой поверхности  $f$  определяются по таблицам в зависимости от глубины, а также плотности и крупности песчаных грунтов или показателя текучести пылевато-глинистых грунтов. Однако достоверность получаемых по этому методу предельных сопротивлений свай невелика [7]. Разброс расчетных значений несущей способности свай, определенный по таблицам СНиП и результатам испытания этих же свай статическими нагрузками, в среднем составляет 40 - 45 % и более.

Для пылевато-глинистых грунтов причиной этого является «чувствительность» табличных значений указанных сопротивлений к изменению значений показателя текучести. Так например, при увеличении показателя текучести полутвердого грунта с 0,1 до 0,2 его сопротивление под острием забивной сваи, погруженной на глубину 7 м, уменьшается с 6900 до 4300 кПа, т.е. в 1,6 раза. В то же время показатель текучести - характеристика пылевато-глинистого грунта, определяемая для нарушенного его состояния и не учитывающая природную структуру и плотность реального грунта, сильно изменяющиеся в условиях естественного залегания и в значительной степени, влияющие на сопротивление грунта при передаче нагрузок на сваи.

Для песчаных грунтов основной причиной малой достоверности табличных значений сопротивлений  $R$  и  $f$  следует считать то обстоятельство, что очень важная их характеристика - плотность сложения - практически фигурирует в таблице лишь качественно, никакой количественной дифференциации песков по плотности не приводится [8].

Кроме того, следует учитывать, что табличные значения сопротивлений  $R$  и  $f$  получены сопоставлением предельных сопротивлений свай при параллельных их испытаниях вдавливающей и выдергивающей нагрузкой, и сопротивление / приняты равными удельным сопротивлениям грунтов по боковой поверхности свай при их испытаниях на выдергивание. Между тем известно, что сопротивление грунтов по боковой поверхности свай при их вдавливании отличаются от сопротивлений при выдергивании, и эта разница тем больше, чем глубже погружена свая, и в песчаных грунтах она значительнее, чем в глинистых. Учитывая это, не случайно, что табличные значения сопротивлений для свай, работающих на

### Раздел 3. «Строительство»

вдавливание, и в конечном итоге их несущая способность сильно отличается от реальных значений, полученным по испытаниям натуральных свай статическими нагрузками.

Таким образом, табличный метод может использоваться только для предварительного назначения и (или) проверки глубины погружения опытных свай, которые впоследствии должны быть испытаны статическими и (или) динамическими нагрузками.

Статическое зондирование является более точным методом определения сопротивлений свай, причем приводимая Мариупольский Л.Г и др. точность метода 70-75% [9] представляется заниженной, т.к. она определялась для установки С-979, которая по многим параметрам уступает установке С-832М. Данная установка независимо друг от друга фиксирует сопротивление грунта по муфте трения и под конусом зонда, по значениям которых может быть рассчитана несущая способность одиночной сваи.

Однако проведение опытных работ по статическому зондированию имеет ряд особенностей, пренебрежение которыми увеличивает погрешности в определении искомых характеристик грунтов. Одна из которых состоит в том, что электронный зонд вдавливаются в грунт посредством специальных зондировочных штанг, диаметр которых равен 38 мм. Так при внедрении зонда в грунт на значительные глубины, вследствие влияния крупнообломочных включений (щебенистые, галечниковые и т.п.), а также по причине износа зондировочных штанг или передачи вдавливающей нагрузки с некоторым эксцентриситетом, способно привести к отклонению зонда от вертикали в процессе его погружения, что приводит к искажению получаемой информации, и даже к утрате дорогостоящего зонда и штанг. Поэтому установки такого типа необходимо оснащать зондами с инклинометрами, посредством которых можно контролировать вертикальность внедрения зонда [10].

Поскольку замер сопротивлений грунта производится электрометрическим способом, необходимо особо тщательное внимание уделять настройке регистрирующей и измерительной аппаратуры. В частности, необходимо перед началом работ на каждом объекте производить проверку зонда на правильность передаваемой информации, однако, к сожалению, эти требования не всегда выполняются обслуживающим персоналом, что также приводит к искажению получаемых результатов.

Расчет предельных сопротивлений свай по данным динамических испытаний натуральных свай является достаточно простым и доступным методом. Несомненным его преимуществом является то обстоятельство, что основанием для расчета являются результаты динамических испытаний натуральных свай - метод, непосредственно связанный с производственной забивкой последних.

В то же время этот метод имеет ряд серьезных недостатков.

Прежде всего, необходимо отметить, что основная величина, используемая в формулах - остаточный отказ  $S_a$ , представляет собой некий усредненный показатель - средняя величина погружения сваи за один удар молота. Даже методика производства динамических испытаний по ГОСТ 5686-94 [2, 11], предписывает наносить 3 или 5 ударов в серии (залоге) с последующим определением среднего отказа  $S_a$ . Однако, такой подход противоречит самому понятию остаточного отказа, трактуемого, как «значение погружения сваи от одного удара молота» [11].

Кроме того, производство динамических испытаний подразумевает непереносимое наличие «отдыха» свай, продолжительность которого, зависит от грунтовых условий и составляет от нескольких дней до нескольких недель. Учет этого требования возможен при производстве опытных работ, однако, в процессе производственной забивки свай обеспечение "отдыха" такой продолжительности практически невозможно [12].

Вышеизложенные соображения обуславливают невысокую точность данного метода, с ошибками до 42 % [8]. В то же время, как показывает опыт, результаты динамических испытаний позволяют получать достаточно достоверные результаты, вполне удовлетворяющие

### Раздел 3. «Строительство»

проектировщиков, однако, для этого необходимо весьма тщательно организовать замер «отказов» свай и измерение энергии удара молота, а также соблюдать должную продолжительность отдыха опытных свай, при этом величина несущей способности будет приблизительно равной несущей способности, определенной статическими нагрузками [7].

Весьма привлекательным для исследователей является метод испытания эталонной сваи статической нагрузкой. Такие испытания занимают сравнительно немного времени (как правило, не более нескольких часов); кроме того, после завершения испытания эталонная свая извлекается из грунта, т.е. используется, в отличие от натурной сваи, многократно. Однако точность таких испытаний оценивается исследователями неоднозначно. Так, Мариупольский Л.Г и др. [9] оценивают ее равной 76÷83%, т.е. выше, чем для статического зондирования. В то же время, Л.Г. Мариупольский и Попов В.Н [8] считают, что метод расчета по результатам испытаний эталонных свай дает удовлетворительные результаты только для висячих свай, а при испытаниях, скажем, в крупнообломочных грунтах имеет место значительное занижение несущей способности натуральных свай (до 2-х раз и более). Следует учесть возможность искажения результатов, полученных таким методом вследствие влияния так называемого масштабного фактора.

Подводя итоги вышеизложенному, следует признать, что, несмотря на внешнюю привлекательность испытаний грунтов эталонной сваей, использовать этот метод для определения сопротивлений натуральных свай следует весьма осторожно.

Обратимся к предельному сопротивлению сваи. Существуют различные критерии для определения предельного сопротивления сваи по получаемым при полевых испытаниях натуральных свай графикам зависимости их перемещений от нагрузки, подробно рассмотренные в работе [9]. Все они в достаточной степени условны и, учитывая это, в существующей практике проектирования свайных фундаментов в соответствии со СНиП РК 5.01-03-2002 [8] за предельное сопротивление сваи вдавливанию принимается такая нагрузка на графике «осадка-нагрузка», при которой осадка сваи  $s$  составляет определенную часть от предельно допускаемой величины средней осадки фундамента проектируемого здания или сооружения  $s_u$  т.е.  $s = \zeta s_u$ . Коэффициент  $\zeta$ , в общем случае принимается равным 0,2, а предельная осадка  $s_u$  зависит от конструкции здания или сооружения и в соответствии с прил. 4 СНиП РК 5.01-01-2002 [8], которым обычно руководствуются при проектировании, варьируется в значительных пределах - от 8 см для зданий с железобетонным каркасом до 40 см для железобетонных силосных корпусов элеваторов монолитной конструкции. В то же время для однозначной трактовки предельного сопротивления сваи, определяемого по результатам ее испытания статическими нагрузками, как эталона, необходимо руководствоваться одним определенным значением  $s_u$ . Учитывая это, в качестве осадки  $s_u$  принята минимальная осадка сваи 8 см по прил. 4 СНиП РК 5.01-01-2002 [6], и соответственно считается, что предельное сопротивление висячей сваи  $F_u$  - это нагрузка при ее осадке 16 мм (Рис. 1).

При такой трактовке предельного сопротивления сваи, как показала проверка на обширном экспериментальном материале, разница между нагрузкой  $F_u$ , соответствующей осадке 16 мм, и нагрузкой  $F_{u0}$ , соответствующей полному исчерпанию несущей способности основания, т.е. асимптоте графика «осадка- нагрузка» при  $s \rightarrow \infty$  (кривая 1), составляет не более 15-25 %  $F_{u0}$  [9]. Большая нагрузка, достигаемая соответственно при больших осадках, может служить своеобразным коэффициентом запаса прочности при проектировании. В менее плотных песчаных и более пластичных пылевато-глинистых грунтах эта разница еще меньше или вообще отсутствует. В последнем случае график имеет форму кривой 2, когда  $F_u' = F_{u0}'$

В соответствии с изложенным при отдельном определении удельных сопротивлений грунтов под острием сваи и по её боковой поверхности при полевых испытаниях свай статическими вдавливающими нагрузками за эталонные значения предельных сопротивлений  $R$  и  $f$  принимают значения удельных сопротивлений, соответствующие также осадке 16 мм. Вместе

### Раздел 3. «Строительство»

с тем следует иметь в виду, что для набивных и буровых свай большого диаметра (1 м более), опирающихся на малосжимаемые грунты, разница между нагрузками  $F_u$  и  $F_{u0}$  может превышать 15-25 %, и в этих случаях за эталонные значения предельного сопротивления свай правильнее принимать значения, достигнутые при испытании, соответствующие осадке 50 мм [9].

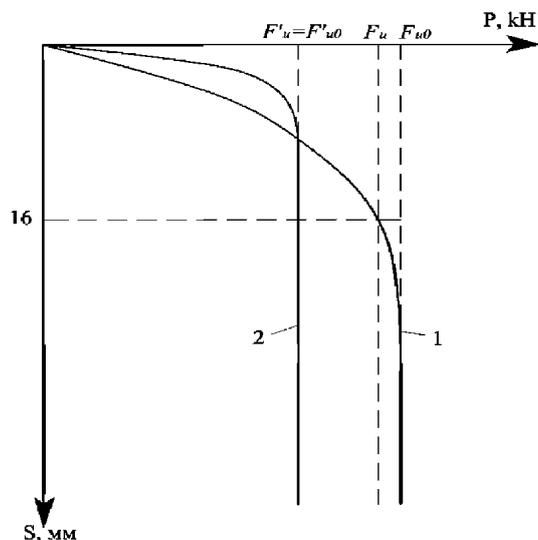


Рисунок 1. Графики «осадка-нагрузка» опытной сваи при статических испытаниях

В качестве эталонного значения предельного сопротивления свай на выдергивающие и горизонтальные нагрузки принимается такая нагрузка на графике «перемещение - нагрузка», без увеличения которой перемещения сваи непрерывно возрастают.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Механика грунтов, основания и фундаменты: Учеб пособие для строит, спец. вузов / С.Б.Ухов, В.В. Семенов, В.В. Знаменский и др.; Под ред С.Б. Ухова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. Высш. шк., 2002. - 527 с.
- 2 ГОСТ 5686-94 Грунты. Методы полевых испытаний сваями. - 59 с.
- 3 ГОСТ 20276-99 Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости. - 64 с.
- 4 СНиП РК 5.01-03-2002 Свайные фундаменты. - 115 с.
- 5 Силкин А.М., Фролов Н.Н. Основания и фундаменты - 2-е изд., перераб и доп. - М.: ВО «Агропромиздат», 2007. - 285 с.
- 6 СНиП РК 5.01-01-2002 Основания зданий и сооружений. - 83 с.
- 7 Проектирование и устройство свайных фундаментов: Учеб. пособие для строительных вузов / С.Б. Беленький, Л.Г. Дикман, И.И. Косоруков и др. - М.: Высш. школа, 2003. - 328 с.
- 8 Попов В.Н. Геотехнические проблемы фундаментостроения в условиях активизации природных и техногенных процессов и пути их решения: Дисс. на соискание ученой степени доктора технических наук по спец. 05.23.02. - Астана, 2004. - 270 с.
- 9 Мариупольский Л.Г. Исследование грунтов для проектирования и строительства свайных фундаментов. -М.: Стройиздат, 2009. - 199 с.
- 10 Мариупольский Л. Г. Об интерполяции результатов полевых испытаний грунтов и перспективах их совершенствования/ Инженерная геология. - 1985. - № 3. - С. 95-105.
- 11 ГОСТ 20522-96 Грунты. Методы статической обработки результатов испытаний. -16 с.

**Раздел 3. «Строительство»**

12 ГОСТ 19912-2001 Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием. - 14 с.

Б.А. Базаров, А.Н. Конакбаева, Б.О. Калданова, А.Б. Базаров, А.Б. Турсынбекова

**Топырақ негіздерін зерттеу кезіндегі негізгі кемшіліктер мәселесіне**

**Аңдатпа.** Бұл мақалада әртүрлі әдістермен топырақ негіздерін зерттеу қарастырылады. Қадалы іргетасы үшін қаданың түпкілікті кедергісі, оның ұшы астындағы және оның бүйір бетіндегі топырақтың тұрақтылығы, беткі коэффициенті және қадалардың қоршаған топырақпен әрекеттесуін сипаттайтын басқа көрсеткіштер туралы ең сенімді мәліметтерді статикалық жүктемелермен далалық сынақтар кезінде алуға болатындығы белгілі, ГОСТ 5686-94 тәжірибелі толық көлемді қадалар, «жұмысшылар» да, зертханалық әдістер де қолдануы керек, жөнелтіледі немесе орналастырылады. Қадалы іргетастың жұмысы туралы ең сенімді деректерді толық көлемді қадалардан жасалған тәжірибелік бұталардың статикалық жүктемелерімен далалық сынақтар арқылы алуға болатындығын есте ұстаған жөн.

**Түйін сөздер:** іргетастың негіздері, топырақ, топырақтың жоғары тұрақтылығы, динамикалық және статикалық дыбыс шығаруы, қадалардың жүк көтергіштігі, эксперимент алаңы, топырақтың физикалық, механикалық және деформациялық қасиеттері, далалық сынақтар.

B. Bazarov, A. Konakbaeva, B. Kaldanova, A. Bazarov, A. Tursinbekova]

**To the question of the main drawbacks in the study of soil bases**

**Abstract.** This article discusses the study of soil bases by various methods. It is known that for pile foundations, the most reliable data on the ultimate resistance of a pile, on the resistance of soils under its tip and on its lateral surface, on the bed coefficient and other indicators characterizing the interaction of the piles with surrounding soils, can be obtained during field tests with static loads in accordance with with GOST 5686-94 experimental full-size piles, shipped or arranged in the same way as piles, which are supposed to be used both by “workers” and by laboratory methods. It should be borne in mind that the most reliable data on the operation of the pile foundation can be obtained through field tests with static loads of experimental bushes made from full-sized piles.

**Key words:** foundation foundations, soils, ultimate soil resistance, dynamic and static sounding, load-bearing capacity of piles, experimental site, physical, mechanical and deformation properties of soils, field tests.

---

---

**Раздел 4**

**Энергетика.  
Автоматизация и  
вычислительная  
техника**

**Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

МРНТИ 004.041

А. СЕРҒАЗЫҚЫЗЫ<sup>1</sup><sup>1</sup>(Қарағанды мемлекеттік индустриалық университеті, Теміртау қ., Қазақстан)**CLOUD-COMPUTING ҚАЗАҚСТАНҒА ЕНГІЗУ МӘСЕЛЕЛЕРІ**

**Андатпа.** Кез келген кәсіпорын үшін өз клиенттерінің қолайлы орналасуы, сондай-ақ олардың санының кенеюі өте маңызды. Мұның маңызды шарты тез және сапалы жұмыс, сондай-ақ деректерді сақтау болып табылады, бұл бүгінгі күні тек ақпараттық жүйелерге байланысты. Бұл мақалада ұйымдардың өмірін жеңілдететін технологиялардың негізгі түрлері қарастырылған.

**Түйін сөздер:** ақпараттық технологиялар, бұлтты кеңістіктер, бұлттық қойма.

Қазіргі қоғам әр түрлі кәсіпорындардың өмір сүруінің барлық түріне жаңа жағдайларды талап етеді, барлығы күрделене түсуде, ұйымды басқару күрделі, көпжоспарлы үдеріске айналды. Бұл проблемаларды шешу үшін ақпараттық технологиялар бұрыннан қолданылады, олар басқару процесін жеңілдетіп қана қоймай, сонымен қатар барлық процестерге тұрақты мониторинг жүргізуге көмектеседі. Өндірісті автоматтандыру шығындарды үнемдеуге мүмкіндік береді.

Күн сайын кәсіпорындарда көптеген ақпарат өңделеді, ол есепке алу үшін өте маңызды, себебі барлық процестер негізінен автоматтандырылғандықтан, осының барлығы дербес компьютерлерде деректер базасында сақталады. Жад жетіспеген жағдайда, әдетте қатты дискілерді, желілік деректерді сақтау қоймаларын (ДСҚ) сатып алуға болады. Оларға көптеген деректерді қоюға болады, және де олардың барлығы міндетті түрде резервтік көшірмелерге ие. Қазіргі уақытта мұндай «көмекшілер» өндірісте емес тұрмыстық мақсатта пайдаланылады, өйткені «бұлтты орта» сияқты жаңа ыңғайлы технологиялар пайда болды.

«Бұлт» артық кеңістікті алмайды, кез келген уақытта және кез келген жерде қажетті ақпаратты беруге дайын, яғни барлық жерде бақылау мүмкіндігі пайда болады. Cloud-computing батыста дамыған. Қазақстанда оларды банктерде көбірек пайдаланады, бірақ оларды толығымен пайдаланатын банктер жоқ.

Бұлт ұйымның өлшемдеріне, орындалатын операцияларға және көп таңдауға әсер ететін т.б. аспектілерге байланысты әртүрлі масштабтар болуы мүмкін. Олардың негізгі түрлері: SaaS, PaaS, IaaS.

Деректерді ыңғайлы сақтауды, кез келген жағдайда қол жеткізуді, қажетті деректерді ыңғайлы іздеуді қамтамасыз ететін бұлтты сақтау орындары болып табылады, компьютердің жадын мүлдем алмайды, себебі оның жұмысына кедергі келтірмейді, барлық деректерді сапалы резервтеу, жоғалтып алу және т.б. қауіптерден сақтайды, олар өз серверлерін ұйымдастырудан әлдеқайда арзан. Тұтынушы өзі пайдаланатын қызметтер үшін ғана төлейді, яғни артық төлемдер болмайды, бұл оның артықшылығы болып табылады. Әлбетте, ақпарат беру және оны өңдеу жылдамдығы жоғары болады, бұл уақытты үнемдейді. Барлық жерде қол жеткізу мүмкіндігі кәсіпорын бөлімшелерінің тығыз өзара байланысын қамтамасыз етеді, бұл өнім шығарудың ырғақтылығына оң әсерін тигізеді. Бұл жүйелердің артықшылықтары өте көп.

Бұлтты есептеулерге оралайық. Ақпараттық технологиялардың барлық жаңалықтарын көбірек қадағалау банктерге өте қажет, өйткені олардың қызметінің ерекшеліктері соны міндеттейді. Бұл салада, әдетте, жеке немесе жабық қоғамдық бұлттарды пайдаланады, мұның бәрі ақпараттың таралып кетуін болдырмау үшін қауіпсіздік мақсатында

#### Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»

қабылданған. Бұлт түрлі шабуылдарға төзімді болса да, олардың толық зерттелмеуі кейбір қоғамдық cloud технологияларына сенімсіздіктер туу себебі болып табылады.

Жеке бұлттарға өмірлік маңызды процестердің қалыпты жұмыс істеуін қамтамасыз ететін ERP, CRM және АБС жүйесін енгізеді. Ақпараттық технология деректерін пайдалану клиенттерге өз шоттарын тез және ыңғайлы басқаруға мүмкіндік береді, өйткені ақпараттық ағын жеңілдетіледі. Қазақстан банктеріне келетін болсақ, көптеген және жеке бұлттарға ерекше сенім білдірмейді, жеке бұлттарға қол жеткізуді ұсынатын провайдерлерге банктер бірқатар жағдайларда бейінді емес функциялар береді. Мысалы, почта, ішкі құжат айналымының бөлігі, корпоративтік порталдар мен коммуникаторлар сияқты корпоратившілік процестер.

Қазір операциялық жүйелердің провайдерлері қауіпсіздік деңгейі бойынша жеке бұлттарды барынша жақындату үшін ашық бұлттарды жетілдірумен жұмыс істейді. Бұл ретте деректерді шифрлеудің жаңа әдістері пайдаланылады және дешифрлеудің кілті деректер иесі компаниясында қалады.

Ресейдегі бұлтты есептеулердің ең ірі пайдаланушысы «Сбербанк» болып табылады. 2000 жылы олар тек сынақ нұсқаларын енгізе бастады, ал бүгінде операциялық жүйелер толық пайдаланылады және жеке SaaS жүйелерінің провайдері болды. Осының барлығы осы банктің өз жүйесін өте жақсы зерттеген, тиімді қызмет үшін не қажет екенін түсінгендігін айқындайды. Олар жұмыс істеп тұрған ұйымдардың елеулі бәсекелестеріне айналғысы келмейді, ал өзінің корпоративтік клиенттері үшін ұсынылатын қызметтер спектрін кеңейтеді. Алдағы уақытта виртуалды алаң құру болжанып отыр, онда әр түрлі кәсіпорындар өз қаржыларын басқарумен қатар, «келіссөздер» жүргізіп, мәмілелер жасай алады.

Бұлыңғыр технологияларды толық күшіне енгізудің негізгі проблемалары компаниялардың қорқынышы болып табылады. Мысалы, кейбір келіспеушіліктер болған жағдайда олардың ақпаратын провайдерлер оларға қарсы пайдалана алады. Алайда, бұл мүмкін емес, себебі провайдерлерге олардың нарықтағы беделі аз емес, оған олардың қызметтеріне деген сұраныс тікелей байланысты. Кәсіпорындардың қорқынышының бірден бір себебі, ол «бұлтты» қатынастарды реттеу үшін қажетті заңнамалық базаның болмауы.

Алайда, жақын арада бұлтты технологиялар кәсіпорындардың жұмыс істеуін жеңілдететін инновациялық сала ғана емес, тіпті көшбасшылықтың факторы болады: мемлекет аумағында жаһандық іздестіру жүйелері немесе әлеуметтік желілер серверлерінің физикалық орналасу фактісі объективті түрде осы мемлекетті әлемдік көшбасшыларға жатқызуды айқындайтын міндетті атрибутқа айналады.[1]

Cloud-computing болашақтағы серпінді, әрі қажетті технология деп атауға болады. Алдағы уақытта Қазақстанның барлық кәсіпорындары оларды пайдалануға толығымен ауыса бастайды деп сенімді түрде айта аламын.

#### ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1 Конюховский П.В., Кузнецова А.С.: Экономические аспекты процессов использования внешних информационных ресурсов: журнал/ проблемы современной экономики [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <http://www.m-economy.ru/art.php?nArtId=4059>, свободный.

2 Облачное хранилище данных // википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Облачное\\_хранилище\\_данных](http://ru.wikipedia.org/wiki/Облачное_хранилище_данных)

3 Романченко В. Облачные вычисления на каждый день [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.3dnews.ru/editorial/cloud\\_computing/](http://www.3dnews.ru/editorial/cloud_computing/)

4 Рачков В.Е. Перспективы продвижения бизнеса на базе облачных технологий // Развитие предпринимательства: проблемы, тенденции и перспективы Всероссийская научно-

**Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

практическая конференция, посвященная Дню российского предпринимательства. Ставропольский государственный аграрный университет. – 2014. –158-159 б.

А. Сергазыкызы

**Проблемы внедрения cloud-computing в Казахстан**

**Аннотация.** Для любого предприятия очень важно благоприятное расположение своих клиентов, а также расширение их числа. Важным условием этого является быстрая и качественная работа, а также сохранность данных, что сегодня зависит только от информационных систем. В данной статье рассмотрены основные виды технологий, которые упрощают жизнь организациям.

**Ключевые слова:** информационные технологии; облачное пространство; облачное хранилище.

A. Sergazykyzy

**Problems of cloud-computing implementation in Kazakhstan**

**Abstract.** Favor of customers and their increasing is very important for every company. One of the conditions of it is the fast and qualitative work, and information security. Main types of technologies that simplify workflow are discussed in this article.

**Key words:** information technology; cloud space; cloud repository.

**Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

МРНТИ 14.35.07

А.О. ЧВАНОВА<sup>1</sup>, А.В. ШИРМАН<sup>1</sup><sup>1</sup>(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)**ЭЛЕКТРОННОЕ ОБУЧЕНИЕ: ФОРМЫ И СПОСОБЫ ОРГАНИЗАЦИИ**

**Аннотация.** Рассмотрены варианты организации электронного обучения. Описаны смешанная, дистанционная форма и форма онлайн-обучения. Дистанционное обучение предполагает взаимодействие преподавателей и студентов посредством сети Интернет. Смешанное обучение (blended learning) предполагает сочетание дистанционного и очного обучения. Онлайн-обучение является одним из видов дистанционного. Проанализированы преимущества и недостатки каждой из форм.

**Ключевые слова:** дистанционное обучение, онлайн-курсы, смешанное обучение, образование, электронное обучение.

Одной из основ стабильного развития государства является подготовка высококвалифицированных специалистов. В последнее время особое внимание уделяется сфере образования. С 2019 года был реализован проект, согласно которому на смену вечернему и заочному обучению пришло дистанционное.

Дистанционное обучение предполагает взаимодействие преподавателей и студентов посредством сети Интернет. Для обеспечения такого взаимодействия учебное заведение должно обладать соответствующей программно-технической инфраструктурой, позволяющей обеспечить информационное и методическое сопровождение учебного процесса. Согласно официальным документам Министерства образования и науки РК, в настоящее время обучаться по дистанционным образовательным технологиям (ДОТ) могут обучаться следующие категории студентов [1]:

1. Лица с особыми образовательными потребностями (инвалиды).
2. Обучающиеся по сокращённым образовательным программам на базе технического и профессионального, послесреднего (выпускники колледжей) и высшего образования.
3. Выехавшие в другие страны по обмену в рамках образовательных программ высшего и/или послевузовского образования (исключение – стипендиаты "Болашака").
4. Студенты вузов, которые находятся в длительной заграничной командировке (более двух месяцев).
5. Обучающиеся в рамках высшего и/или послевузовского образования по программам академической мобильности.
6. Осуждённые, отбывающие наказание в учреждениях минимальной безопасности при наличии соответствующих технических условий в учреждении.

Таким образом, в Казахстане в настоящее время, не могут получать высшее образование с использованием ДОТ, только выпускники школ, получающие первое образование.

Если обратиться к истории, то до появления глобальной сети Интернет связь «преподаватель-студент» устанавливалась, например, при помощи обычной почты. Это было обучение по переписке. Следующими способами организации обучения по ДОТ было применение радио, телевидения и спутниковой связи. С повсеместным распространением Интернета он стал основным способом передачи информации в рамках ДОТ. Дистанционные образовательные технологии с использованием Интернета применяются как для освоения отдельных курсов повышения квалификации пользователей, так и для получения высшего образования [2].

#### **Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

Считается, что образование с использованием ДОТ обладает такими преимуществами, как [3]:

- доступность информации из любой точки мира;
- возможность настройки ритма обучения согласно индивидуальному графику;
- экономия: обучение по ДОТ стоит меньше, чем очное.

В то же время, такая организация обучения обладает и рядом недостатков. Так, одним из основных является постоянная потребность в компьютере и подключении к сети Интернет. Также можно отметить минимальный контакт со студентам в группе и с преподавателями. Многие выделяют в качестве недостатка также необходимость личного присутствия на экзаменах, что вызывает сложности для работающих студентов [4].

В качестве разновидностей электронного образования выделяют также смешанную форму обучения и онлайн обучение.

Смешанное обучение (blended learning) предполагает сочетание дистанционного и очного обучения. Для студентов определяется перечень занятий, которые проводятся в классическом формате в аудиториях университета и те задания, которые можно выполнять и сдавать дистанционно. Среди преимуществ такой организации учебного процесса можно выделить, что в данном случае компенсируется недостаток личного общения, т.к. часть занятий проводятся очно. В то же время, успеха могут достичь и те студенты, которым легче дается самостоятельное изучение материала.

Организация смешанного обучения требует решения некоторых задач. В частности, необходимо уделить особое внимание разработке методических материалов по дисциплинам. Разработка должна быть проведена таким образом, чтобы материал был представлен в форме, понятной и достаточной для его самостоятельного изучения [5]. Еще одной задачей организации смешанного обучения является определение оптимального сочетания аудиторной и самостоятельной работы.

В последнее время распространение получила еще одна форма электронного обучения: онлайн обучение [6].

Онлайн-обучение — это получение знаний и навыков при помощи компьютера или другого гаджета, подключенного к интернету. Это обучение в режиме «здесь и сейчас», опосредованное соединением. Такой формат появился в сфере дистанционного обучения и стал его логическим продолжением с развитием интернета и цифровых технологий. Видеозаписи лекций появлялись в сети еще в конце 1990-х, но, по-настоящему популярными они стали после 2010 года. Именно тогда такие компании как Coursera, Udacity и Udey смогли привлечь деньги и сделать свои курсы массовыми и доступными для платного и бесплатного использования. С тех пор онлайн-курсы стали не просто средством получения знаний и сдачи экзаменов онлайн, но и своеобразным каналом для прямой связи преподавателей и студентов. Онлайн-обучение позволяет учащимся полностью погрузиться в образовательную среду — смотреть/слушать лекции, выполнять задания, консультироваться с преподавателями и общаться с одногруппниками, благодаря подключению к сети [2]. В одной смысловой связке с онлайн-обучением употребляют слова и словосочетания «e-learning» и «электронное обучение». Они указывают на возможность учащегося получать знания в разных форматах: аудио, видео, текст с гиперссылками, инфографика, программы, игры, инструменты и материалы для получения знаний через дополненную реальность и прочее.

В качестве отличий можно отметить то, что дистанционное обучение предполагает, как правило, обучение в учебном заведении и дальнейшей защитой выпускной работы. Дистанционное обучение обычно осуществляется в рамках определенной специальности. Онлайн-обучение обычно доступно по отдельным курсам. По окончании онлайн курсов обычно выдается сертификат.

#### **Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

В настоящее время достаточно много порталов предлагают различные онлайн-курсы по множеству направлений [7]. Среди них:

**Coursera.** Это портал был запущен в апреле 2013 года. В настоящее время аудитория слушателей курсов составляет более 5 миллионов человек. Данная площадка интегрирует в себе курсы ведущих мировых университетов. Курсы постепенно переводятся на различные иностранные языки, что значительно увеличивает аудиторию.

**TEDx.** Это площадка для проведения конференций между пользователями с целью обмена опытом и знаниями.

**Khan Academy.** База данных академии содержит большой спектр видеолекций на более, чем 20 языках. Каждое видео доступно вне зависимости от выбранного курса. Особенностью портала является наличие только видеуроков, здесь не используется иная форма представления информации.

**Stanford iTunes U.** Работа с этой платформой требует наличие аккаунта в системе iTunes и дополнительного программного обеспечения. Содержание портала представлено лекциями Стэнфордского университета.

**MIT Open Courseware.** Это один из самых крупных университетов в мире. В рамках онлайн обучения, здесь выкладывают курсы, посвященные самой разной тематике, в том числе и бесплатные. Материал можно скачивать.

**Free-Ed.** Материалы на данном ресурсе разделены на уроки и курсы. Также реализован поиск сокурсников групп и страниц в социальных сетях.

**Learning Space: The Open University.** Материалы сгруппированы по тематике и возрастной группе, доступны для скачивания.

**Carnegie Mellon Open Learning Initiative.** Доступ к сайту предполагается авторизованный, необходимо зарегистрироваться для получения материалов. Обучение проходит самостоятельно, без участия преподавателей. Также не предусмотрена итоговая аттестация.

**Университет онлайн КНУ.** Первый в Украине проект онлайн курсов – «Университет онлайн» (Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко). Доступ к материалам является бесплатным и свободным, в курсы включены также интерактивные тесты для закрепления знаний и форум, где можно задать вопрос преподавателю.

Новая инициатива университета предоставит свободный и абсолютно бесплатный доступ к лучшим учебным возможностям всем желающим в Украине и за рубежом.

**Intuit.** Это один из самых популярных русскоязычный онлайн университетом. Здесь можно пройти бесплатные онлайн курсы, повышение квалификации и профессиональную переподготовку. За отдельную плату можно получить сертификат об окончании курсов или свидетельство о повышении квалификации.

Отличительной чертой онлайн обучения является самый высокий уровень самостоятельности и самодисциплины студента в сравнении с дистанционной или смешанной формами. Этот способ получения знаний подходит для повышения собственной квалификации по отдельным направлениям и актуализации ранее полученных знаний.

В целом, можно сделать вывод, что независимо от формы организации электронного обучения, главным критерием успеха в данном случае является мотивация самого студента к получению новых знаний.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1 Что такое дистанционное обучение и почему его нельзя путать с заочным? [Электрон.ресурс]. – 2019. – URL: <https://informburo.kz/cards/chto-takoe-distancionnoe-obuchenie-i-pochemu-ego-nelzya-putat-s-zaochnym.html>. (дата обращения: 31.10.2019).

2 1 Дистанционное обучение [Электрон.ресурс]. – 2019. – Режим доступа:

**Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

[https://ru.wikipedia.org/wiki/Дистанционное\\_обучение](https://ru.wikipedia.org/wiki/Дистанционное_обучение) (Дата обращения: 31.10.2019)

3 Смешанное обучение — инновация XXI века. [Электрон.ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://interactiv.su/2017/12/31/смешанное-обучение-инновация-xxi-века/>. (Дата обращения: 31.10.2019)

4 Яворский В.В., Сергеева А.О. Использование активных методов для реализации смешанной формы обучения //Вестник КГИУ. – 2015. – № 4. – с. 106–110.

5 Чем отличается онлайн-обучение от дистанционного обучения [Электрон.ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://finacademy.net/materials/article/chem-otlichaetsya-onlajn-obuchenie-ot-distantsionnogo-obucheniya> (Дата обращения: 01.11.2019).

6 Лучшие онлайн-университеты мира с бесплатным обучением. Дистанционное образование. [Электрон.ресурс]. – 2013. – Режим доступа: [http://blog.meta.ua/~ta\\_ta/posts/i1914686/ru/](http://blog.meta.ua/~ta_ta/posts/i1914686/ru/) (Дата обращения: 01.11.2019)

7 ТОП-10 Онлайн университеты мира с бесплатным обучением. Дистанционное образование. [Электрон.ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://alltop10.org/top-10-onlayn-universitetyi-mira-s-besplatnyim-obucheniem-distantsionnoe-obrazovanie/> (Дата обращения: 02.11.2019)

А.О. Чванова, А.В. Ширман

**Электрондық оқыту: ұйымдастыру түрлері мен тәсілдері**

**Аңдатпа.** Электронды оқытуды ұйымдастыру нұсқалары қарастырылды. Аралас, қашықтықтан оқыту нысаны мен онлайн-оқыту нысаны сипатталған. Қашықтықтан оқыту Интернет желісі арқылы оқытушылар мен студенттердің өзара әрекеттесуін көздейді. Аралас оқыту (blended learning) қашықтықтан және күндізгі Оқытудың үйлесімін көздейді. Онлайн-оқыту қашықтықтан оқыту түрі болып табылады. Әрбір нысанның артықшылықтары мен кемшіліктері талданды.

**Түйін сөздер:** қашықтықтан оқыту, онлайн-курстар, аралас оқыту, білім беру, электрондық оқыту.

A. Chvanova, A. Shirman

**E-learning: forms and methods of organization**

**Abstract.** The variants of e-learning organization are considered. Blended, distance learning and online learning are described. Distance learning involves interaction between teachers and students via the Internet. Blended learning involves a combination of distance and face-to-face learning. Online learning is one type of distance learning. The advantages and disadvantages of each form are analyzed.

**Key words:** distance learning, online courses, blended learning, education, e-learning.

**Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

IRSTI 20.23.27, 14.35.07

V. YAVORSKIY<sup>1</sup>, M. ESMAGAMBETOVA<sup>2</sup>, A. CHVANOVA<sup>3</sup>, N. BAIDIKOVA<sup>3</sup><sup>1</sup>(Karaganda state technical university, Karaganda, Kazakhstan)<sup>2</sup>(L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan)<sup>3</sup>(Karaganda state industrial university, Temirtau, Kazakhstan)**INDUSTRIAL GEOINFORMATION SYSTEM FOR STUDYING THE ENGINEERING INFRASTRUCTURE OF THE ENTERPRISE**

**Abstract.** The article considers the possibilities of organization of enterprise infrastructure study on the basis of industrial geoinformation system. Production engineering geographic information systems (PGIS) are created to describe the infrastructure of the enterprise. Such infrastructure includes a visual, geometric and attributive description of technological processes, engineering and transport networks, basic logistics bases, etc. It is obvious that the use of the above-mentioned PGIS tools is extremely important to expand the practical base of training. Using a web interface in PGIS makes it possible to use it at the level of the educational portal. The link to the individual PGIS modules will allow to organize training in a mixed form on the basis of the university portal.

**Key word:** engineering infrastructure, training, industrial geographic information system, training, methodological support.

In the modern educational system of Kazakhstan currently the first stage is a bachelor's degree. Within the framework of the bachelor's degree, the general culture of the specialist is formed: general education and professional. However, as statistics show, graduates have a problem with employment, mainly because they do not have enough knowledge of the features of the technological process.

The key to the quality of education at present is to ensure the participation of employers in the training of specialists. First of all, it is necessary to coordinate the content of curricula and disciplines with employers, which allows updating the training material. Secondly, interaction with employers is carried out within the framework of production practices.

However, most managers of large enterprises are reluctant to admit students directly to the technological process [1].

How to organize the learning process, directly observing and controlling the parameters of the technological process. As modern emasculated by the educational content of industrial practice to make a simulator of skills? How to enrich the educational process in the classroom with practical content? How to Orient a specialist to a specific production and enterprise?

All this can be achieved if directly used in the educational process of the production engineering geoinformation system of the enterprise (PGIS). Such a system, if it is available in the enterprise, allows you to study its infrastructure without the need for direct presence in the enterprise.

Large enterprises should be interested in the creation of PGIS in particular and because the key to the successful operation of any enterprise are qualified employees. Moreover, the training of a specialist is impossible without studying the infrastructure of the enterprise. To solve the problem of studying the characteristics of the enterprise, and in some cases without the need for physical presence in the production and it is necessary to use PGIS.

Production engineering geoinformation systems [2] are created primarily to describe the infrastructure of the enterprise. Such infrastructure includes a visual, geometric and attributive

#### **Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

description of technological processes, engineering and transport networks, basic logistics bases, etc. Complete information about these objects is essential for the sustainable operation of the enterprise, its development, as well as the organization of monitoring, repairs and emergency response.

Engineering geoinformation system of the enterprise is designed to perform the following functions [3]:

- graphical representation of engineering networks (in vector form);
- full certification of all network facilities and equipment;
- obtaining references and generating reports on engineering networks;
- coordination of works on repair and restoration of engineering networks between various services of the enterprise;
- information support of dispatching services;
- support for retrospective analysis of damages and marriages;
- hydraulic calculations of consumers;
- switch simulation;
- localization of emergency areas, etc.

It is best to organize an engineering geographic information system on the basis of a distributed architecture using a web interface. Thus, access to the system can be obtained through any standard browser. Distributed architecture allows you to ensure the operation of the system even if some of its parts will be unavailable.

Thus, the engineering geoinformation system of the enterprise includes [2,4]:

1. Software of Web-GIS-server, designed to provide web-access to the means of storage and analysis of electronic master plan data.
2. Web GIS client software designed to provide a graphical end-user interface of the electronic master plan (EMP) in an Internet/intranet environment.
3. Storage of space-time data, designed to provide centralized management of spatial and attribute descriptions of the objects of engineering infrastructure of the enterprise, presented on the electronic master plan.
4. Information security software designed to ensure information security of spatial and attribute data EGP on the basis of authorized access to spatial data and the functional component of the software package.
5. Data mining software, designed to ensure the operation of the storage of spatial and temporal data and forecasting the dynamics of the life cycle of the engineering infrastructure of the enterprise.
6. Software of the organization of document circulation of the electronic master plan intended for providing the organizational and administrative mechanism of development of the electronic master plan at all stages of its life cycle.

It is clear that the use of the PGIS tools described above is extremely important to expand the practical training base.

It is interesting to remember that for training of specialists for the largest industrial enterprises on their basis factories-vtuz were organized. The students took part in practical training have completed the course and diploma project at the plant directly. Such a plant-vtuz existed at the Karaganda metallurgical plant. It was completed by many prominent figures of Kazakhstan, including the First President Nursultan Nazarbayev.

Currently, in particular in connection with the change of ownership, it is not possible to implement practical training, which was given by the vtuz plant. The more relevant is the organization of a virtual plant-vtuz on the basis of industrial geoinformation system. It is also very important to choose the form of organization of the educational process in the implementation of such a project. It seems that the most appropriate form of organization of the educational process in

**Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

this case will be a mixed form of education (MFE). It involves a combination of classroom and independent work of the student.

Mixed learning can use different learning styles used in the classroom [5]. To reach each student, the teacher, in General, must apply a mixture of instructional techniques such as lectures, active learning, demonstrations, and games. The mixed form of training makes it possible to balance the level of basic knowledge of participants through distance learning (previously independently studied material in electronic form allows students to create a single knowledge base and speak the same language). Mixed training allows you to make a variety of forms of organization of training (it can be face-to-face meetings, consultations by phone, e-mail, through Webcams, chat and blogging, etc.). This organization of the educational process allows you to choose a convenient pace, time and place for training (these advantages went to mixed learning from distance, allowing the listener to independently control the volume and speed of the study of the material, choose the most convenient place and time of training).

The basis for self-study of the material are electronic learning tools (ELT). They should be developed on the basis of an engineering geoinformation system, show how technological processes are reflected in it and how their parameters can be changed and measured. Educational portal acts as a means of communication between students and students with teachers. The educational portal, in addition to educational resources, also stores personal information about the student and contains an interactive environment for evaluation and analysis of educational achievements, which allows you to control the process of studying the material by the student. This environment will allow you to store all the work performed by the student in order to analyze the quality of his training and control the educational process.

Using a web interface in PGIS makes it possible to use it at the level of the educational portal. The link to the individual PGIS modules will allow to organize training in a mixed form on the basis of the University portal.

The practical implementation of mixed learning models as a tool for modernizing modern education is seen in the creation of new pedagogical techniques based on the integration of traditional approaches to the organization of the educational process, during which direct knowledge transfer is carried out, and e-learning technology.

In the process of developing and introducing methods of blended learning arises the problem of creating the required educational information, transforming it into an educational resource and the development of means of its transfer students with maximum efficiency [7]. Information extracted from the total information resources of the society should be considered an educational information resource (EIR) only when it can be used in the educational process with these information and communication technologies (ICT).

In the case of GIS, the problems of formation of educational information are easier to solve. PGIS itself can act both as an educational resource and as a medium for its transmission. Connectivity with the real enterprise gives PGIS a special value. It is necessary for the mixed form of education is the active introduction of productive methods: project method of learning in the group, business games, self-control systems and test control of educational achievements. It is required to develop and test electronic didactic support sufficient for independent study of the course.

The proposed organization of the educational process in a mixed form on the basis of an engineering geoinformation system with the use of project methods of training can become the basis for the organization of a business incubator. For example, you can consider ways to improve the efficiency of the existing production process, the introduction of new technological solutions and tools, and simulate all this on the basis of PGIS.

Despite the proposed automation of the educational process and increasing the role of independent learning of educational material the guarantor of the success of the use of mixed learning and modern innovative technologies in the educational process in the first place is the

**Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

teacher. It is obvious that in the conditions of rapid development and complication of technologies, the activity of the teacher in the development of courses is much more complicated. The main task set for researchers today in this direction is methodological and adaptive assistance to the introduction and widespread use of ICT in the educational sphere.

## REFERENCES

- 1 Geoinformation technologies of engineering networks monitoring: monograph / Y.B. Gritsenko, Y. P. Ehlakov, O. I. Zhukovsky. – Tomsk, TUSUR, 2010. – 148 p.
- 2 Ibatov M. K., Yavorsky V. V. Application of engineering geoinformation systems for training. // International journal of experimental education. – No 5. – 2014. – p.108 – 111.
- 3 Varfolomeeva A. O. Enterprise information systems: tutorial - M.: Infra-M, 2013. – 283 p.
- 4 Grishin A.V. Industrial information systems and networks: a practical guide. - M.: Radio and communications, 2010. - 176 p.
- 5 Mixed learning is an innovation of the XXI century. [Electron.resource]. – 2017. – Access mode: <http://interactiv.su/2017/12/31/смешанное-обучение-инновация-xxi-века/>
- 6 Bobrova I. I. Information technologies in education. Practical course. - M.: Flinta, 2014. - 717 p.
- 7 Fedotova E. L. Information technologies in science and education. Textbook. - M.: Forum, 2016. - 398 p.

В.В. Яворский, М.М. Есмагамбетова, А.О. Чванова, Н.В. Байдикова

**Өнеркәсіптік геоақпараттық жүйенің базасында кәсіпорындардын инженерлік инфрақұрылымын оқудың ерекшеліктері**

**Аңдатпа.** Мақалада өнеркәсіптік геоақпараттық жүйе негізінде кәсіпорынның инфрақұрылымын зерттеуді ұйымдастыру мүмкіндіктері қарастырылған. Өндірістік инженерлік геоақпараттық жүйелер (ГАЖ) кәсіпорынның инфрақұрылымын сипаттау үшін құрылады. Мұндай инфрақұрылым технологиялық процестердің, инженерлік және Көлік желілерінің, логистиканың негізгі базалары мен т. б. визуалды, геометриялық және атрибутивтік сипаттамасын қамтиды. ГАЖ-да веб-интерфейсті пайдалану оны білім беру порталы деңгейінде пайдалануға мүмкіндік береді. ГАЖ жеке модульдеріне сілтеме университет порталы базасында аралас формада оқытуды ұйымдастыруға мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** инженерлік инфрақұрылым, оқыту, өнеркәсіптік геоақпараттық жүйе, мамандарды даярлау, әдістемелік қамтамасыз ету.

В.В. Яворский, М.М. Есмагамбетова, А.О. Чванова, Н.В. Байдикова

**Промышленная геоинформационная система для изучения инженерной инфраструктуры предприятия**

**Аннотация.** В статье рассмотрены возможности организации изучения инфраструктуры предприятия на базе промышленной геоинформационной системы. Производственные инженерные геоинформационные системы (ПГИС) создаются для описания инфраструктуры предприятия. Такая инфраструктура включает в себя визуальное, геометрическое и атрибутивное описание технологических процессов, инженерных и транспортных сетей, основных баз логистики и т.п. Очевидно, что для расширения практической базы подготовки использование приведенного выше инструментария ПГИС имеет исключительно большое значение. Использование в ПГИС веб-интерфейса дает возможность использовать ее на уровне образовательного портала. Ссылка на отдельные модули ПГИС позволит организовать обучение по смешанной форме на базе портала университета.

**Ключевые слова:** инженерная инфраструктура, обучение, промышленная геоинформационная система, подготовка специалистов, методическое обеспечение.

**Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

IRSTI 44.31.31

O. ONICHSHENKO<sup>1</sup>, G. ZHABALOVA<sup>1</sup>, O. LELIKOVA<sup>1</sup>, S. KAMAROVA<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>(Karaganda State Industrial University, Temirtau, Kazakhstan)

INTENSIFICATION OF HEATING OF FUEL OIL AT CHP-2 JSC «ARCELORMITTAL  
 TEMIRTAU»

**Abstract.** This article considers the possibility of intensifying the heating process of high-viscosity oil fuel grades M-40, M-100, M-200 at CHP-2 JSC «ArcelorMittal Temirtau» in order to reduce its viscosity. From values of the viscosity of oil depend on the energy cost of transporting through pipelines, the duration of discharge and loading procedures, the efficiency of the injectors, in the combustion chamber fuel deposition rate and settling of impurities. It is proposed to replace those operated since 1968 morally and physically obsolete smooth-tube heaters of oil fuel of PM type on more modern heaters with longitudinally finned tubes of PMR type. Having the same overall dimensions, they are more compact and, thanks to their special design of heating pipes, have greater performance.

**Key words:** heater, liquid fuel, fuel oil, finned pipes, thermal power plant, intensification.

Industrial CHP is one of the elements of the energy economy of an industrial enterprise, closely connected with it by flows of various energy resources by forced modes of operation. Practice has shown that the industrial CHP cannot be designed aside from the real modes and conditions of operation of the power plant of the enterprise, otherwise mistakes are inevitable, sharply reducing the performance of both the CHP and the power plant as a whole, as well as the reliability of power supply is not ensured. Enterprises of many industries, such as metallurgy, are characterized by high energy intensity. Currently, industrial CHP plants are required to increase thermal capacity, reliability and efficiency of heat sources. To do this, it is necessary to implement a large complex of technical, economical and organizational measures aimed at reducing fuel losses in the process of using it in boiler plants [1].

The main energy fuel for most power plants in Kazakhstan are coal from Ekibastuz (section «Bogatyr», «East» and «North», Borlinsky and Karaganda deposits [2].

The imperfection of combustion process, namely, existing burners and combustion schemes do not provide stable ignition and combustion. In this regard, the illumination of the torch with highly reactive fuel (fuel oil or gas) is used.

CHP-2 station of JSC «ArcelorMittal Temirtau» is no exception. The design and modes of operation of the burner devices of the boiler furnace TP-81, as well as the adopted combustion scheme is not able to ensure the reliability and efficiency of the combustion process in the adjusting range of loads without lighting the torch with oil fuel. At CHP-2, high-sulfur oil fuel of the M-100 brand is used.

CHP-2 is a structural subdivision of JSC «ArcelorMittal Temirtau» since may 1996. the Main purpose of CHP-2 is the production, conversion, distribution and release of electricity and heat to consumers in compliance with the specified conditions of power supply [3].

The main tasks of CHP-2 are uninterrupted supply of heat and electricity to JSC «ArcelorMittal Temirtau», as well as heat and electricity to the city of Temirtau.

The installed electric power of the station is 435 MW; thermal power is 1012 Gcal.

Electric power in possess is 417 MW, thermal – 812 Gcal. (operation of turbines on the lowered parameters of steam is  $P=115 \text{ kgf/cm}^2$ ,  $T=545 \text{ }^\circ\text{C}$  since 1984, proceeding from conditions of reliable operation of superheaters of boilers) [4].

#### **Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

The most important characteristic of liquid organic fuels and, in particular, oil fuels is viscosity. From values of the viscosity of oil depend on the energy cost of transporting through pipelines, the duration of discharge and loading procedures, the efficiency of the injectors, in the combustion chamber fuel deposition rate and settling of impurities.

In addition to the traditional concepts of viscosity such as dynamic, Pa·s, and kinematic, m<sup>2</sup>/s, for oil fuels is often used conditional viscosity (UV) and the expiration time in seconds of a certain volume of oil fuels through a capillary of a given size at a given pressure. For high-viscosity oil fuels, the measurement of dynamic viscosity is more accurate.

It is the high viscosity of heating oil that is the main reason why fuel (fuel oil) equipment of power plants necessarily includes fuel oil heaters. Preparation of oil fuels for combustion consists in its heating in order to obtain the necessary viscosity, cleaning from mechanical impurities, processing additives and moisture dispersion. The purpose of oil fuels heaters in the technological schemes of stationary steam turbine installations is heating of fuel oil to ensure the necessary temperature and viscosity throughout the fuel path, from oil fuel storage tanks to the nozzles of the boiler furnace.

Currently, the oil fuel sector of the fuel and transport Department of CHP-2 JSC «ArcelorMittal Temirtau» installed heaters viscous fuel oil type PM40-30 in the amount of 6 pieces. Oil fuel, heated to a temperature of 140 °C, is sent to the boiler units to illuminate the torch in the furnace. These fuel oil heaters are structurally the same and are heat exchangers of horizontal type. The heat exchange surface consists of straight smooth pipes with a diameter of 38x2,5 mm. Fuel oil is supplied to the tube space, and heating water vapor - to the inter-tube space. Both pipe boards in devices are fixed rigidly. All parts of the heaters are made of carbon structural steel. Tubes in the tube sheets are fixed by means of rolling. Fuel oil heaters of type PM have 12 strokes of oil fuel and are designed for its maximum heating equal to 140 °C, steam with a pressure of up to 1.3 MPa and a temperature of up to 250 °C [5,6].

Oil fuel heaters at CHP-2 have been in operation since 1968, they are morally and physically obsolete. Over the years, during the operation of these oil fuel heaters revealed a number of shortcomings: significant dimensions and high metal content due to low heat transfer efficiency; difficulty cleaning the inner surface of the pipes from oil fuel deposits due to their large length ( $L=10$  m) and relatively small internal diameter (33 mm), low tightness of the oil fuel cavity of the devices, and, as a consequence, the inability to use condensate heating steam without additional cleaning. This leads to the fact that the steam, which is a coolant, does not give all its heat, does not condense and is simply discharged into the atmosphere. And this, in turn, leads to an increase in condensate steam losses at the CHP, increases the recharge and thereby increases the cost of electricity produced. In addition, due to the current use of high-ash fuel, more fuel oil is required to illuminate the torch than is envisaged by the project. Therefore, it is advisable to consider the possibility of replacing obsolete fuel oil heaters with smooth pipes of the PM type with more modern heaters with longitudinally finned tubes of the PMR type. In these devices, finned tubes are used, through which the oil fuel moves, which helps to increase the heating area, therefore, the steam will be able to give all its heat and condense, which will allow it to be reused, thereby saving expensive steam.

Oil fuel heaters of PMR type are designed for heating of high-viscosity fuel oil of M-40, M-100, M-200 grades according with sulfur content up to 3,5%, and mechanical impurities up to 2,5%. When burning it in steam-generating power steam turbine installations and hot-water gas-and-oil boilers of industrial and district boiler houses and other heating devices.

Oil fuel heaters are heat exchangers shell and tube type. The main units of the apparatus are: housing, pipe system, pipe bundle, steam cover, oil fuel cover.

The pipe system of heating elements of type «pipe in pipe» is placed in the case and provides two-way heating of pipes of the ring channel outside and inside the condensing steam.

#### Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»

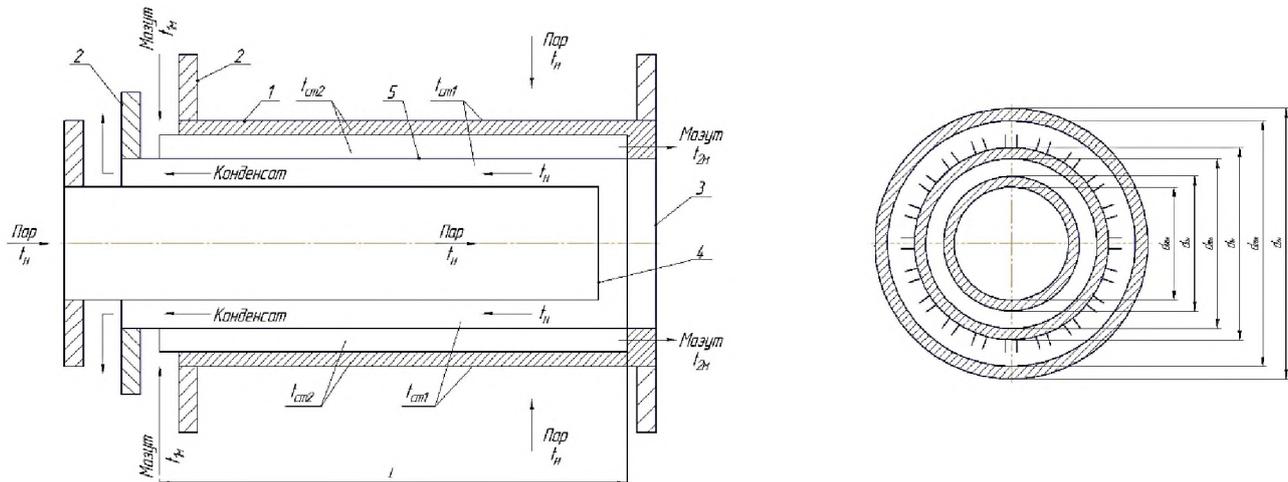
The heated liquid is fed into the oil fuel cover, divided by partitions into the number of sections, according to the number of strokes of oil fuel. The annular gaps are formed by pipes 289x4,5 mm and 238x2,5 mm. the Inner tubes of the annular heating elements have a longitudinal plate finning.

Pipes 289x4,5 mm, fixed in the tube boards of the body, form a tube bundle of the body, heated by steam in the inter-tube space. Into the interior of the heating elements of finned pipes 239x2,5 mm steam is supplied through pipes 218x1,5 mm, fixed in the intermediate pipe Board, separating the space in the steam cover for collecting condensate [7].

The finned pipe of the heating element is plugged from one end, and the second - is welded to the pipe board-flange from the side of the steam cover. Such fastening of heating pipes allows their free expansion (temperature compensation) and simple dismantling of the device for cleaning of surfaces from pollution.

The bolted connection of the flange connector allows you to disconnect the steam cover with the pipe board and the finned pipes welded to it from the shell of the housing.

For understanding of design features and features of thermal processes in channels of heaters of type PMR on figure 1 the scheme of movement of heat carriers, characteristic temperatures and the main sizes is resulted [8].



1 – outer pipe; 2 – tube plate; 3 – plug; 4 – steam pipe; 5 – internal pipe with longitudinal finning.

Figure 1. The scheme of movement of heat carriers, characteristic temperatures and the sizes of longitudinally-finned channels of heaters of fuel oil (type PMR)

Conclusion: Replacement of physically and morally obsolete fuel oil heaters with smooth pipes of the PM type with more modern heaters with longitudinally finned tubes of the PMR type in order to intensify the heating process of high-viscosity fuel oil of the M-40, M-100, M-200 grades at the CHP -2 of JSC «ArcelorMittal Temirtau» is expedient. This will increase the amount of heating oil and improve the heat exchange process in the heater.

#### REFERENCES

1 Энергетическое хозяйство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.grandars.ru/college/biznes/energeticheskoe-hozyaystvo.html> , свободный

2 Калмыков Д.Е., Маликова А.Д. Угледобыча и угольная энергогенерация в Казахстане. Состояние и перспективы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://bankwatch.org/wp-content/uploads/2018/01/KZ-Coal\\_RU.pdf](https://bankwatch.org/wp-content/uploads/2018/01/KZ-Coal_RU.pdf), свободный

**Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

3 Официальный сайт АО «АрселорМиттал Темиртау». Стальной департамент. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.arcelormittal.kz/index.php?id=337>, свободный

4 Паспорт котельного цеха ТЭЦ-2 АО «АрселорМиттал Темиртау». – Темиртау, 2010 г. –75с.

5 Подогреватели мазута ПМ. Официальный сайт ТОО «ВостокСинтез» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vostoksintez.kz/podogrevateli-nefti/podogrevateli-mazuta>, свободный.

6 Устройство и принцип работы подогревателей мазута серии ПМ. Официальный сайт ГК «СТИГМАШ». изготовление, монтаж и комплексная поставка промышленного оборудования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://stigmash.ru/articles/ustroystvo-i-princip-raboty-podogrevateley-mazuta-serii-pm/>, свободный.

7 Назмеев Ю.Г. Мазутные хозяйства ТЭС. – М.: Издательство МЭИ, 2012. – 612 с.

8 Подогреватель мазута ПМР. Официальный сайт ООО «Торговая компания». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.teploun.ru/neftegaz/pmr/>, свободный.

О.Н. Онищенко, Г.Г. Жабалова, О.Н. Леликова, С.Н. Камарова

**«АрселорМитталТемиртау» АҚ 2-ЖЭО мазутты жылыту үдерісін қарқындету**

**Андатпа.** Бұл мақалада «АрселорМитталТемиртау» АҚ 2-ЖЭО-да М-40, М-100, М-200 маркалы жабысқақтығы жоғары мазуттың жабысқақтығын төмендету мақсатында жылыту процесін қарқындету мүмкіндігі қарастырылған. Құбыржолдар арқылы тасымалдауға арналған энергия шығындары, құю және тиеу процедураларының ұзақтығы, форсуналардың жұмыс тиімділігі, отынның жану камераларында қоспалардың тұндыру және тұндыру жылдамдығы мазуттың жабысқақтығына байланысты. 1968 жылдан бері пайдаланылатын моральдік және физикалық жағынан ескірген тегіс құбырлы ПМ типті мазутты жылытқыштарды қазіргі заманғы ПМР типті бойында қырлы түтікшелері бар жылытқыштарға ауыстыру ұсынылады. Осындай өлшемді мөлшерге ие бола тұра, жылытқыш құбырлар ықшам және өзінің ерекше конструкциясының арқасында олардың үлкен өнімділігі бар.

**Түйінді сөздер:** жылыту, сұйық отын, мазут, қырлы құбырлар, жылу электр станциясы, қарқындету.

О.Н. Онищенко, Г.Г. Жабалова, О.Н. Леликова, С.Н. Камарова

**Интенсификация процесса подогрева мазута на ТЭЦ-2 АО «АрселорМиттал Темиртау»**

**Аннотация.** В данной статье рассмотрена возможность интенсификации процесса подогрева высоковязкого мазута марок М-40, М-100, М-200 на ТЭЦ-2 АО «АрселорМиттал Темиртау» с целью снижения его вязкости. От значения вязкости мазута зависят затраты энергии на транспортировку по трубопроводам, длительность сливных и загрузочных процедур, эффективность работы форсунок, в камерах горения топлива, скорость осаждения и отстаивания примесей. Предлагается заменить эксплуатируемые с 1968 г. морально и физически устаревшие гладкотрубные подогреватели мазута типа ПМ на более современные подогреватели с продольно оребренными трубками типа ПМР. Имея такие же габаритные размеры, они более компактны и, благодаря своей особой конструкции греющих труб, имеют большую производительность.

**Ключевые слова:** подогреватель, жидкое топливо, мазут, оребренные трубы, тепловая электростанция, интенсификация.

**Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

МРНТИ 45.29.31

Ю. В. ЗАЧЕПА<sup>1</sup>, А. П. ЧЕРНЫЙ<sup>1</sup>, Н. В. ЗАЧЕПА<sup>1</sup>, С. Г. БУРЯКОВСКИЙ<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>(Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского,  
г. Кременчуг, Украина)  
<sup>2</sup>(Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт «Молния»  
НТУ «Харьковский политехнический институт», г. Харьков, Украина)

**УТОЧНЕННЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА НАГРУЗОЧНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК  
АСИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА С ЕМКОСТНЫМ САМОВОЗБУЖДЕНИЕМ**

**Аннотация.** В статье проведен анализ существующих методов расчета нагрузочных характеристик асинхронного генератора с емкостным самовозбуждением. Показано, что применение существующих методик расчета статических характеристик для генераторов малой мощности приводит к значительным ошибкам при анализе их перегрузочной способности. Приведен уточненный метод расчета нагрузочных характеристик асинхронного генератора при подключении различных потребителей, в том числе и с динамически изменяющимся характером нагрузки, с учетом изменения частоты генерированного напряжения. Подтверждена адекватность предлагаемого метода на основе непосредственного сравнения расчетных и экспериментальных характеристик асинхронного генератора с емкостным самовозбуждением.

**Ключевые слова:** автономный источник питания, асинхронный двигатель, емкостное возбуждение, статические характеристики

«Современной тенденцией развития энергетики является стремление к сбалансированности энергорайонов, повышение надежности электроснабжения потребителей. Важное место в стратегии развития электроэнергетики занимают автономные системы электроснабжения (АСЭ). В последнее время АСЭ получают все большее широкое распространение в системе электроснабжения не только специального, но и общего применения. Указанные системы используются почти во всех областях народного хозяйства. Их самым большим потребителями является топливно-энергетический, агропромышленный и машиностроительный комплексы. Необходимость в АСЭ возникает там, где технически невозможно или экономически невыгодно использовать централизованное электроснабжение. А это, в первую очередь, труднодоступные объекты, отдаленные от больших электрических систем, которые имеют собственные источники первичной энергии, например, газовые и нефтяные месторождения» [1].

«В указанных источниках электропитания преимущественно используются синхронные генераторы (СГ). Однако в последнее время наметилась тенденция использования в качестве преобразователя энергии асинхронных генераторов или асинхронных двигателей, работающих в генераторном режиме. Эти генераторы с короткозамкнутым ротором в конструктивном отношении значительно более просты и надежны по сравнению с СГ. В диапазоне мощностей 5...100 кВт масса АГ без устройств возбуждения приблизительно в 1,3...1,4 раза меньшая, чем СГ такой же мощности. Бесконтактное исполнение, простота включения на параллельную работу, высокое качество динамических процессов и безопасность режима короткого замыкания – все эти преимущества делают проблему использования АГ в АСЭ перспективной. До настоящего времени асинхронные генераторы (АГ) применялись для питания активной нагрузки (освещение, нагревательные элементы, аппараты электросварки, а также электронные приборы). Анализ существующих научных

**Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

работ [2, 3] в этом направлении показал, что уже довольно хорошо рассмотрено использования асинхронных машин в режиме самовозбуждения для обеспечения динамического торможения, а также для питания постоянной по характеру активной и активно–индуктивной нагрузок. В то же время использованию асинхронных генераторов для питания электрических машин, которые характеризуются наличием пусковых токов и переменным коэффициентом мощности уделено недостаточно внимания» [2, 3].

«Работу АГ при изменяющихся параметрах выходного напряжения и нагрузки принято анализировать на основании статических и динамических характеристик. Существуют два способа определения статических характеристик АГ: а) путем построения полной математической модели АГ в виде системы алгебраических и дифференциальных уравнений и расчета отдельных точек статических характеристик на основании расчета установившихся и переходных режимов работы генератора для разных условий действия нагрузки; б) путем расчетов с использованием известных схем замещения асинхронных машин. Первый метод обеспечивает более точные результаты, однако он громоздкий и отличается большой трудоемкостью и большим количеством ненужных для определения статических характеристик расчетов (переходных процессов). Составлять такую модель лишь для определения статических характеристик нецелесообразно, т. к. автономные асинхронные генераторы практически не могут работать без схем стабилизации выходного напряжения или напряжения и частоты. Кроме того, уже на начальной стадии расчетов часто требуется информация, касающаяся подбора основных элементов (реактивной мощности и емкости возбуждающих конденсаторов, количества конденсаторных ступеней в схеме стабилизации напряжения, емкости конденсаторов отдельных ступеней и т. п.), а также, в случае применения типовых АМ, – оценка пригодности выбираемых машин. Такую информацию легко получить, используя второй способ определения статических характеристик на основе известных схем замещения АМ. Этот способ для АГ с конденсаторным возбуждением является наиболее изученным вопросом в теории этих генераторов» [4, 5].

«Еще одной группой методов расчета статических характеристик, получившей в настоящее время наибольшее распространение, являются аналитические методы [6, 7]. В данном случае расчет сводится все к тому же балансу активных и реактивных проводимостей Г-образной или Т-образной схемы замещения, а нелинейная характеристика намагничивания машины аппроксимируется одним из известных способов: кусочно-линейными, степенными функциями, тригонометрическими рядами, с использованием трансцендентных функций, на основе преобразования гиперболы и др. Эти методы обеспечивают более высокую точность расчетов и дают возможность автоматизировать вычисления с помощью персональных компьютеров» [4, 5].

«Однако все известные из литературы методы расчета статических характеристик АГ с конденсаторным возбуждением имеют два основных недостатка, вытекающих из принимаемых допущений, последствия которых проявляются в основном при расчете характеристик генераторов малой мощности. В большинстве перечисленных методов расчета [8–10] принято допущение, что скорость привода генератора меняется так, чтобы частота генерированного напряжения оставалась постоянной и равной синхронной частоте, независимо от характера и величины нагрузки. Это допущение приводит к тому, что рассчитываются характеристики для условий, отличающихся от действительных. Применяемые приводы имеют, чаще всего, стабилизированную скорость вращения. Управление этой скоростью в зависимости от величины и характера нагрузки для достижения постоянной частоты напряжения трудоемко и неэкономично» [8–10].

В некоторых работах [6, 11], «особенно для машин большой мощности, влиянием нагрузки на частоту генерированного напряжения просто пренебрегают, а такое упрощение, согласно исследованиям [12], допустимо для машин с номинальным скольжением порядка

**Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

0,03. Точность расчета характеристик составляет тогда около 5 %» [6, 11].

В случае применения в качестве генератора АМ с числом пар полюсов  $p > 1$  и номинальным скольжением  $s$  порядка 0,05–0,06 неучет влияния нагрузки на частоту напряжения приводит к значительным ошибкам в расчете статических характеристик. Это иллюстрирует рис. 1, на котором показано влияние изменения частоты на положение рабочей точки на характеристике холостого хода АГ, построенного на базе типового электродвигателя мощностью  $P_n = 1,2$  кВт с номинальным скольжением  $s_n = 0,05$ .

На рис. 4.1 точка  $A$  соответствует синхронной частоте  $f_{rat} = 50$  Гц, точка  $A_1$  – для реальной частоты при номинальной нагрузке  $f = (1 - s_g) f_{rat}$ .

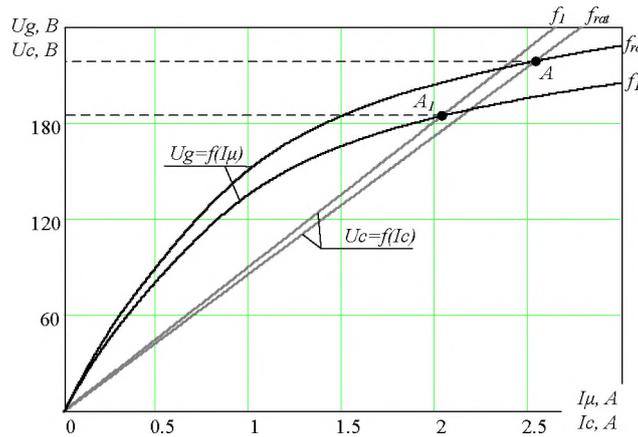


Рисунок 1. Изменение положения рабочей точки АГ с емкостной системой возбуждения в зависимости от частоты генерируемого напряжения

Целью работы является разработка уточненного метода расчета рабочих характеристик асинхронного генератора при работе на двигательную нагрузку, а также анализ влияния параметров нагрузки и емкостной системы возбуждения (ЕСВ) на перегрузочную способность АГ.

Для расчета рабочих характеристик системы асинхронный генератор–емкостная система возбуждения–асинхронный двигатель (АГ–ЕСВ–АД) воспользуемся одной из общепринятых схем замещения соответствующих электрических машин (рис. 2).

Схема на рис. 2 описывается системой уравнений:

$$\begin{cases} -(R_{sm} + \alpha j X_{sm}) I_{sm} - \alpha j X_{\mu m} I_{\mu m} - \alpha j X_c I_c = U_g; \\ (R_{rm} / s_m + \alpha j X'_{rm}) I_{rm} + \alpha j X_{\mu m} I_{\mu m} = 0; \\ -(R_{sg} + \alpha j X_{sg}) I_{sg} - \alpha j X_{\mu g} I_{\mu g} + \alpha j X_c I_c = 0; \\ (R_{rg} / s_g + \alpha j X'_{rg}) I_{rg} + \alpha j X_{\mu g} I_{\mu g} = 0; \\ I_{sg} - I_{sm} - I_c = 0; \\ -I_{sg} - I_{rg} + I_{\mu g} = 0, \end{cases} \quad (1)$$

где  $R_{sm}$ ,  $R'_{rm}$ ,  $R_{\mu m}$  – активные сопротивления статорной, роторной цепей и цепи намагничивания АД соответственно, Ом;  $X_{sm}$ ,  $X'_{rm}$ ,  $X_{\mu m}$  – реактивные сопротивления статорной, роторной цепей и цепи намагничивания АД соответственно, Ом;  $I_{sm}$ ,  $I_{rm}$ ,  $I_{\mu m}$  – токи статорной, роторной цепей и контура намагничивания АД соответственно, А;  $I_c$  – ток ЕСВ, А;  $X_c$  – реактивное сопротивление ЕСВ, А;  $R_{sg}$ ,  $R'_{rg}$ ,  $R_{\mu g}$  – активные сопротивления статорной, роторной цепей и цепи намагничивания АГ соответственно, Ом;  $X_{sg}$ ,

**Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

$X'_{rg}, X_{\mu g}$  – реактивные сопротивления статорной, роторной цепей и цепи намагничивания АГ соответственно, Ом;  $I_{sg}, I'_{rg}, I_{\mu g}$  – токи статорной, роторной цепей и контура намагничивания АГ соответственно, А;  $s_g, s_m$  – скольжения АГ и АД соответственно, о. е.;  $\alpha = f / f_{rat}$  – относительная частота генерированного напряжения  $U_g$ , о. е.

При определении характеристик системы (1) в статических режимах работы неизвестными являются все реактивные сопротивления АГ и АД, а также частота генерируемого напряжения в цепи. Все остальные параметры принимаются постоянными, при этом скольжение АГ:

$$s_g = \alpha^{-1}(1 - \alpha). \tag{2}$$

Поставленную задачу можно условно разбить на три этапа. Сначала по известным паспортным данным АД, подключаемого к зажимам АГ, находим номинальные значения скольжения  $s_m$  и сопротивления контура намагничивания  $X_{\mu m}$ , которые рассчитываются для соответствующих значений скорости вращения генератора  $\omega_0$  и частоты  $f_n = 50$  Гц. Далее для определения недостающих параметров воспользуемся известным методом представления АД в статических режимах эквивалентной RL-цепью с параметрами [14]:

$$\begin{aligned} R_m &= R_{sm} + X_{\mu m}^2 / [s_m^2 (X_{\mu m} + X'_{rm})^2 + R_{rm}^2]; \\ X_m &= X_{sm} + [X_{\mu m} R'_{rm} - R_m s_m (X_{\mu m} + X'_{rm})] / R'_{rm}, \end{aligned} \tag{3}$$

которые могут быть рассчитаны для любого значения скольжения  $s_m$  двигателя.

Таким образом, схему замещения можно представить в виде рис. 3.

С учетом выполненных преобразований на основе второго закона Кирхгофа получим:

$$I_{ef} Z_{\Sigma} = E, \tag{4}$$

где  $E = \phi \omega_0 = L_{\mu} I_{\mu} \omega_0$  – ЭДС генератора, В;  $I_{ef}$  – приведенный ток цепи АГ–АД, А;  $Z_{\Sigma} = Z_1 + Z_2 + Z_3$  – полное сопротивление цепи, Ом;  $Z_1 = Z_2 + R_m + j\alpha X_m$  – полное сопротивление емкостного возбуждения и цепи нагрузки, Ом;  $Z_2 = R_{sg} + j\alpha X_{sg} + Z_3 - j\alpha X_c$  – полное сопротивление емкостного возбуждения и статорной цепи АГ, Ом;  $Z_3 = \frac{-\alpha^2 X'_{rg} r X_{\mu g} + \alpha^3 X'_{rg} X_{\mu g} + j\alpha X'_{rg} R_{\mu g} - j\alpha^2 X'_{rg} R_{\mu g} + j\alpha^2 R'_{rg} X_{\mu g} + \alpha R'_{rg} R_{\mu g}}{j\alpha X'_{rg} - j\alpha^2 X'_{rg} + \alpha R'_{rg} + j\alpha X_{\mu g} - j\alpha^2 X_{\mu g} + R_{\mu g} - \alpha R_{\mu g}}$  – полное сопротивление цепей ротора и намагничивания АГ, Ом.

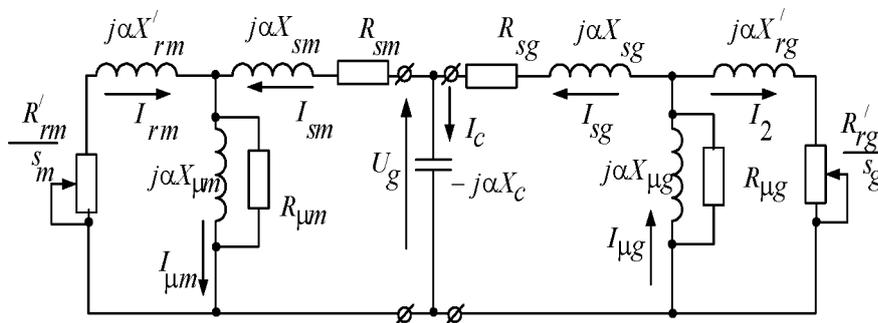


Рисунок 2. Схема замещения системы АГ–ЕСВ–АД

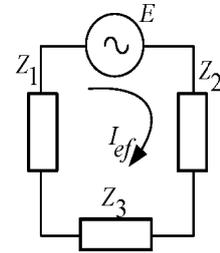


Рисунок 3. Эквивалентная схема замещения системы АГ–ЕСВ–АД

**Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

Ввиду того, что входящие в уравнение (4) составляющие полного сопротивления  $Z_{\Sigma}$  цепи являются комплексными величинами, представим эти выражения в удобном для последующих преобразований виде. Тогда, используя свойства комплексных чисел, на основе ряда математических преобразований получим:

– полное сопротивление емкостного возбуждения и цепи нагрузки  $Z_1 = A_1 + jB_1$ ,

где  $A_1 = \frac{K_{14}\alpha^4 + K_{13}\alpha^3 + K_{12}\alpha^2 + K_{11}\alpha + K_{10}}{H_{14}\alpha^4 + H_{13}\alpha^3 + H_{12}\alpha^2 + H_{11}\alpha + H_{10}}$  – действительная часть  $Z_1$ ,

$$B_1 = \frac{F_{15}\alpha^5 + F_{14}\alpha^4 + F_{13}\alpha^3 + F_{12}\alpha^2 + F_{11}\alpha}{H_{14}\alpha^4 + H_{13}\alpha^3 + H_{12}\alpha^2 + H_{11}\alpha + H_{10}} \text{ – мнимая часть } Z_1;$$

– полное сопротивление емкостного возбуждения и статорной цепи АГ  $Z_2 = A_2 + jB_2$ ,

где  $A_2 = \frac{K_{24}\alpha^4 + K_{23}\alpha^3 + K_{22}\alpha^2 + K_{21}\alpha + K_{20}}{H_{24}\alpha^4 + H_{23}\alpha^3 + H_{22}\alpha^2 + H_{21}\alpha + H_{20}}$  – действительная часть  $Z_2$ ,

$$B_2 = \frac{F_{25}\alpha^5 + F_{24}\alpha^4 + F_{23}\alpha^3 + F_{22}\alpha^2 + F_{21}\alpha}{H_{24}\alpha^4 + H_{23}\alpha^3 + H_{22}\alpha^2 + H_{21}\alpha + H_{20}} \text{ – мнимая часть } Z_2;$$

– полное сопротивление цепей ротора и намагничивания АГ  $Z_3 = A_3 + jB_3$ ,

где  $A_3 = \frac{K_{34}\alpha^4 + K_{33}\alpha^3 + K_{32}\alpha^2 + K_{31}\alpha}{H_{34}\alpha^4 + H_{33}\alpha^3 + H_{32}\alpha^2 + H_{31}\alpha + H_{30}}$  – действительная часть  $Z_3$ ,

$$B_3 = \frac{F_{35}\alpha^5 + F_{34}\alpha^4 + F_{33}\alpha^3 + F_{32}\alpha^2 + F_{31}\alpha}{H_{34}\alpha^4 + H_{33}\alpha^3 + H_{32}\alpha^2 + H_{31}\alpha + H_{30}} \text{ – мнимая часть } Z_3.$$

Выражения для определения коэффициентов  $K_{xy}$ ,  $F_{xy}$ ,  $H_{xy}$  приведены в [15].

В результате несложных математических преобразований получаем систему уравнений с двумя неизвестными:

$$\begin{cases} (C_1X_{\mu g}^2 + C_2X_{\mu g} + C_3)\alpha^4 + (C_4X_{\mu g}^2 + C_5X_{\mu g} + C_6)\alpha^3 + (C_7X_{\mu g}^2 + C_8X_{\mu g} + C_9)\alpha^2 + C_{10}\alpha + C_{11} = 0; \\ (D_1X_{\mu g}^2 + D_2X_{\mu g} + D_3)\alpha^5 + (D_4X_{\mu g}^2 + D_5X_{\mu g} + D_6)\alpha^4 + (D_7X_{\mu g}^2 + D_8X_{\mu g} + D_9)\alpha^3 + D_{10}\alpha^2 + D_{11}\alpha = 0, \end{cases} \quad (5)$$

где коэффициенты  $C_1 - C_{11}$  и  $D_1 - D_{11}$  являются функциями параметров АГ, эквивалентных сопротивлений АД и ЕСВ.

Путем совместного решения уравнений системы (5) могут быть получены значения реактивного сопротивления контура намагничивания асинхронного генератора и относительная частота генерируемого напряжения. После этого напряжение генератора может быть вычислено согласно характеристике намагничивания  $U = f(I_{\mu g})$ , а действующее напряжение в цепи определяется аналитически либо графически на основе характеристики заряда конденсаторной батареи  $U = f(I_c)$ . Далее алгоритм расчета повторяется для полученных значений напряжения  $U_g$ , частоты  $f$ , реактивного сопротивления  $X_{\mu m}$  и скольжения АД  $s_m$  до достижения допустимой точности последних двух итераций.

Требуемое значение емкости системы стабилизации можно определить, используя представленный выше метод расчета статических характеристик АГ, как для активно-индуктивной нагрузки с постоянным коэффициентом мощности (трансформаторы), так и изменяющимся (асинхронные машины, автотрансформаторы). После математических преобразований системы (5) относительно реактивного сопротивления емкостной системы возбуждения  $X_c$  получим выражение вида:

$$(T_1X_c + T_2)\alpha^5 + (T_3X_c + T_4)\alpha^4 + (T_5X_c + T_6)\alpha^3 + (T_7X_c + T_8)\alpha^2 + (T_9X_c + T_{10})\alpha = 0, \quad (6)$$

#### Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»

где  $T_1 - T_{10}$  являются функциями параметров системы АГ–ЕСВ–АД и определяются по зависимостям, представленным в [15].

Таким образом, из уравнения (6) получаем значение требуемой емкости:

$$X_c = \frac{-T_2\alpha^5 - T_4\alpha^4 - T_6\alpha^3 - T_8\alpha^2 - T_{10}\alpha}{T_1\alpha^5 + T_3\alpha^4 + T_5\alpha^3 + T_7\alpha^2 + T_9\alpha}. \quad (7)$$

Приведенный выше метод расчета статических характеристик использовался для оценки свойств АГ, построенного на базе типового двигателя с к.з. ротором, и анализа влияния параметров емкостной системы возбуждения на его характеристики. Расчет системы нелинейных уравнений (СНУ) вида (5) выполнен с помощью пакета прикладных программ Mathcad. Асинхронная машина типа 4А71В2У3 мощностью  $P_G = 1,1$  кВт принималась в качестве АГ, а машина типа 4АА56В2У3 мощностью  $P_M = 0,25$  кВт – нагрузочный АД.

1) Графическое определение существования области решения СНУ:

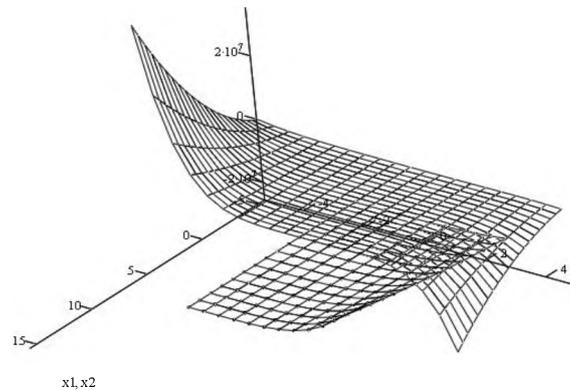


Рисунок 4. Область существования решения СНУ

2) Аналитическое решение СНУ вида (5)

– методом градиентного спуска с помощью вычислительного блока Mathcad

$$\alpha := \text{Minerr}(X_\mu, \alpha) = \begin{pmatrix} 143.95 \\ 0.923 \end{pmatrix};$$

– методом Ньютона

$$\begin{pmatrix} X_\mu \\ \alpha \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 143.95 \\ 0.923 \end{pmatrix}.$$

3) Определение частоты генерированного напряжения и коэффициента насыщения магнитной системы АГ:

$$f = 0.923 f_{rat} = 46.2 \text{ Гц},$$

$$k_\mu = X_{\mu rat} / X_\mu = 249.19 / 143.95 = 1.73.$$

Результаты расчетов приведены на рис. 5 и 6. На рис. 5 приведены внешние характеристики генератора для различных значений емкости конденсаторов возбуждения, что влияет на степень насыщения магнитной системы АГ. Как следует из характеристик рис. 5, при увеличении расчетного значения начальной емкости возбуждения ( $C_{des.v} = 27$  мкФ) возрастает перегрузочная способность и увеличивается жесткость механических характеристик АГ [13]. Так, при емкости возбуждения  $C = 30$  мкФ ( $\sigma = 1,2$  и соответствует двигательному режиму данной АМ) перегрузочная способность генератора составляет 0,375, а согласно требованиям [16] при допущении 10 % снижения напряжения, перегрузочная способность генератора составляет всего 0,3 при активной нагрузке

**Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

( $\cos\phi = 1$ ).

Перегрузочная способность генератора уменьшается еще более при работе на потребителей с активно-индуктивным характером. Как следует из рис. 5, при емкости  $C = 30$  мкФ перегрузочная способность с учетом требования по качеству электроэнергии составляет всего 0,15 ( $\cos\phi = 0,9$ ).

Увеличение начальной емкости возбуждения до 50 мкФ ( $\sigma = 2,3$ ) приводит к перенасыщению магнитной системы генератора, но при этом перегрузочная способность увеличивается до 0,6 для активной и 0,37 для активно-индуктивной нагрузок. Следует заметить, что в этом случае увеличиваются токи, протекающие по контуру АГ–ЕСВ, что приводит к перегреву машины и увеличению потерь мощности [17].

Влияние изменения характера нагрузки на внешние характеристики приведено на рис. 6. Как видно из рисунка, уменьшение коэффициента мощности активно-индуктивной нагрузки приводит к значительному уменьшению перегрузочной способности АГ. Кроме того, в значительной степени уменьшается и жесткость механических характеристик.

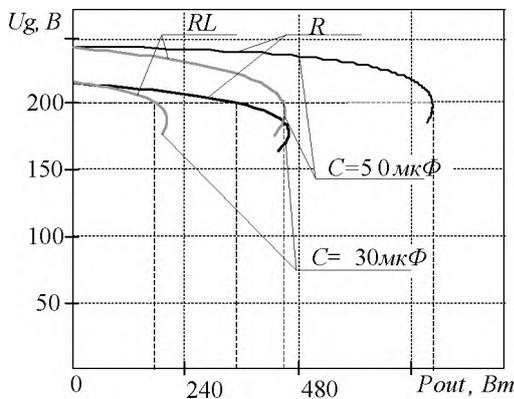


Рисунок 5. Зависимость напряжения генератора от мощности нагрузки при емкости возбуждения 30 и 50 мкФ

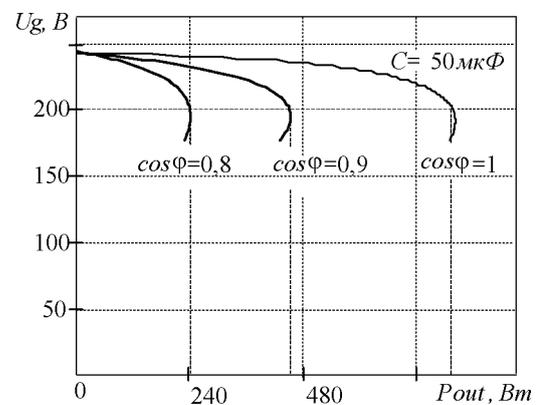


Рисунок 6. Внешние характеристики АГ при изменяющемся коэффициенте мощности активно-индуктивной нагрузки

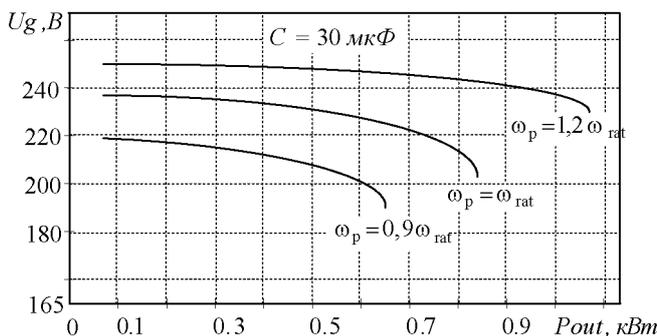


Рисунок 7. Внешняя характеристика АГ при различной скорости вращения приводного двигателя

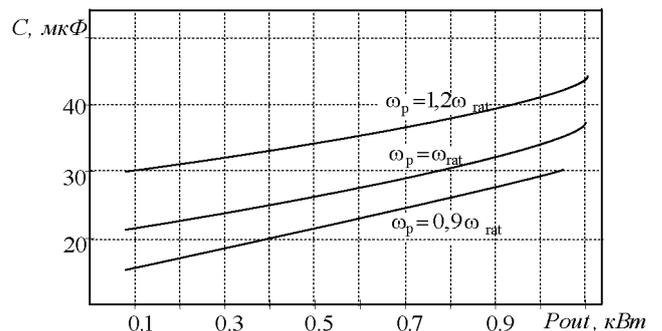


Рисунок 8. Зависимость  $P_{out} = f(C)$  при различной скорости вращения приводного двигателя

Так, для представленного генератора уменьшение коэффициента мощности активно-индуктивной нагрузки с  $\cos\phi=1$  до  $\cos\phi=0,8$  даже при практически в два раза увеличенной начальной емкости возбуждения ( $C = 50$  мкФ), приводит к снижению перегрузочной способности более, чем в три раза. Этот факт практически исключает применение АГ без систем стабилизации напряжения для электроснабжения потребителей с активно-индуктивным характером нагрузки.

На рис. 7 и 8 представлены характеристики генератора при различной частоте вращения ротора, исходя из которых, что с целью минимизации технико-экономических затрат на дополнительную емкостную систему стабилизации напряжения приводные двигатели в составе АСЭ должны обеспечивать частоту вращения ротора АГ не ниже  $\omega_p / \omega_{rat} \leq 0,9$ .

Как видно из рисунков, для обеспечения требуемого значения напряжения на зажимах потребителя при уменьшении частоты вращения  $\omega_p$  параметры емкостной батареи конденсаторов необходимо значительно увеличивать, исходя из условий [18]:

$$C = \begin{cases} C_{des.v} (\omega_p / \omega_{rat})^2, & \text{при } \omega_p \geq \omega_{rat}; \\ C_{des.v} (\omega_p / \omega_{rat})^4, & \text{при } \omega_p < \omega_{rat}; \end{cases} \quad (8)$$

где  $\omega_p$  – фактическая частота вращения ротора АГ,  $\text{с}^{-1}$ ;  $\omega_{rat}$  – номинальная частота вращения ротора АГ,  $\text{с}^{-1}$ .

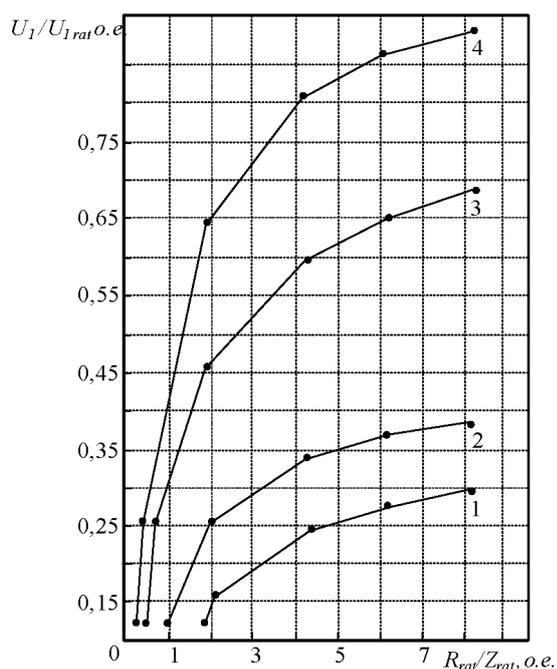


Рисунок 9. Зависимость линейного напряжения АГ от величины активного сопротивления нагрузки

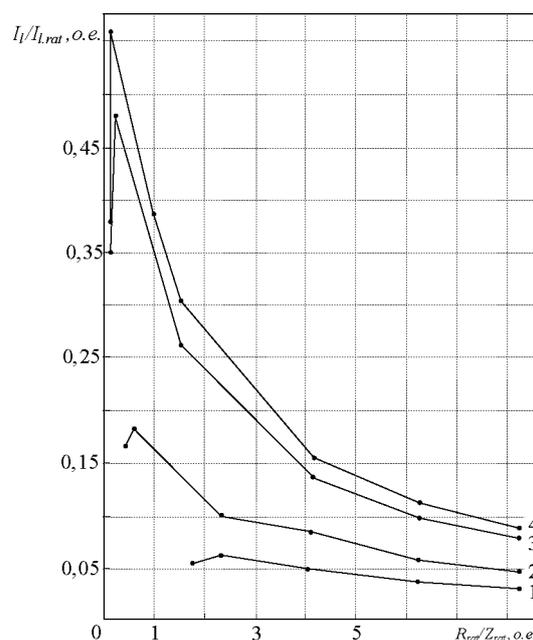


Рисунок 10. Зависимость тока нагрузки АГ от величины активного сопротивления нагрузки

Для наглядности все значения исследуемых параметров приводятся в относительных единицах (по отношению к номинальным значениям). За номинальные величины приняты номинальная скорость вращения АД, работающего в генераторном режиме, линейное напряжение ( $U_{1rat}$ ) и фазный ток ( $I_{1rat}$ ) при соединении его обмоток статора звездой, а за номинальное сопротивление – полное сопротивление ( $Z_{rat}$ ) при номинальных параметрах АД

**Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

$$R_{oe} = r_{rat} / Z_{rat}.$$

На рис. 9 и 10 представлены зависимости линейного напряжения и тока фазы АГ от величины активного сопротивления нагрузки. Кривые 1–4 получены при различных начальных линейных напряжениях холостого хода ( $U_{l0}$ ), равных, соответственно: 360, 300, 220 и 180 В.

Из рис. 9 виден одинаковый характер изменения кривых 1–4. При уменьшении сопротивления нагрузки напряжение нелинейно уменьшается. В диапазоне нагрузок от  $8,3Z_{rat}$  до  $2,5Z_{rat}$  напряжение на зажимах АГ независимо от начального значения  $U_{l0}$  уменьшается примерно на одну и ту же величину  $\Delta U = (0,15-0,17)U_{lrat}$ .

Рис. 10 показывает, что с уменьшением сопротивления ток нагрузки ( $I_l$ ) нелинейно возрастает до критического (максимального) значения, а затем резко падает. Чем больше  $U_{l0}$ , тем больше увеличение тока при одном и том же изменении сопротивления нагрузки. После того, как величина сопротивления становится меньше критического значения, наступает режим «опрокидывания», при котором ток нагрузки и линейное напряжение резко уменьшаются, т.е. происходит срыв возбуждения АГ.

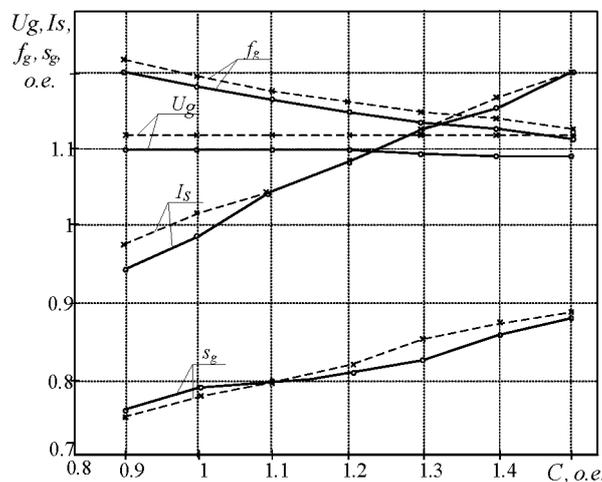


Рисунок 11. Характеристики АГ при постоянном напряжении и сопротивлении нагрузки (95 Ом) при изменении емкости возбуждения

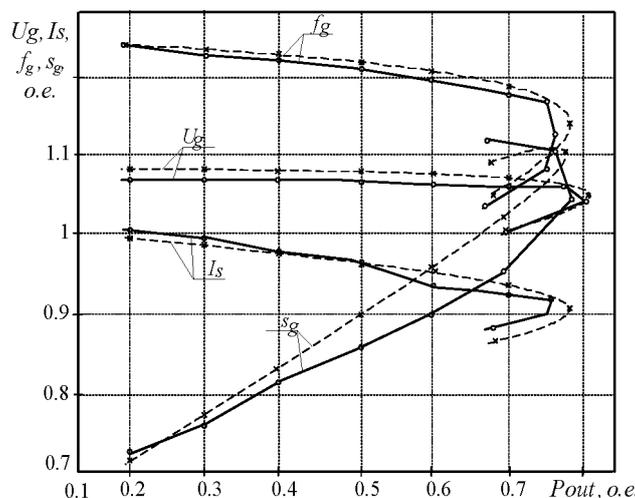


Рисунок 12. Характеристики АГ от полезной мощности и емкости возбуждения ( $C = const$ )

#### Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»

Адекватность предлагаемого метода проверялась путем непосредственного сравнения результатов расчета и экспериментальных исследований, результаты которых представлены на рис. 11 и 12 (экспериментальные характеристики показаны сплошными линиями, а расчетные – пунктирными). В качестве АГ использовалась асинхронная машина с к. з. ротором типа 4А71В2:  $P_G = 1,1$  кВт;  $n_{rat} = 2740$  об/мин;  $I_1 = 2,93$  А;  $R_1 = 9,37$  Ом;  $R_2 = 5,13$  Ом;  $X_1 = 7,03$  Ом;  $X_2 = 6,5$  Ом; параметры ЕСВ:  $C = 30$  мкФ.

Таким образом, предложенный алгоритм является эффективным при анализе статических режимов работы системы АГ–нагрузка с учетом изменения частоты питания. Сравнительная характеристика теоретических и экспериментальных исследований показала, что расхождение между данными не превышает 2–4 %.

Анализ результатов определения перегрузочной способности АГ (рис. 13 кривая 1  $f = var$  – внешняя характеристика АГ, рассчитанная по предлагаемому методу; кривая 2  $f = const$  – характеристика генератора без учета изменения частоты питающего напряжения) показал, что в случае АГ малой мощности неучет изменения частоты, вызванной нагрузкой, приводит к значительным погрешностям при анализе его нагрузочных возможностей и, в результате, к неточной информации относительно характеристик емкостной системы возбуждения: величины емкости и количества ступеней регулировочных конденсаторов [19, 20].

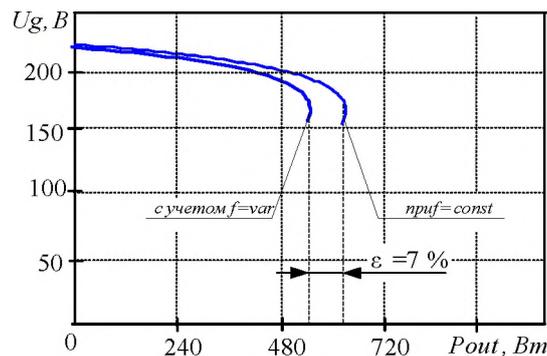


Рисунок 13. Зависимость напряжения генератора от выходной мощности

В работе доказано, что в случае применения в качестве генератора АМ с числом пар полюсов  $p > 1$  и номинальным скольжением порядка 0,05–0,06, что характерно для АСЭ малой мощности, неучет влияния нагрузки на частоту напряжения приводит к значительным ошибкам в расчете статических характеристик. Для устранения этого недостатка предложен метод расчета статических характеристик системы «асинхронный генератор–асинхронный двигатель», учитывающий изменения частоты напряжения, обусловленной нагрузкой. Разработанный метод обеспечивает более высокую точность расчетов по сравнению с существующими, необходимую и достаточную для проектирования АСЭ малой мощности на базе АГ.

Сравнение экспериментальных исследований рабочих характеристик АСЭ на базе АГ с расчетными данными подтвердило, что предложенный уточненный метод расчета статических характеристик системы «асинхронный генератор–асинхронный двигатель» адекватно описывает работу АСЭ – относительная погрешность не превышает 4 %. Метод позволяет определить рабочие характеристики АГ и, подключенного к нему, АД при переменной частоте напряжения, различной скорости вращения ротора генератора, дает возможность определить границы устойчивой работы АСЭ.

**Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Артюхов И. И. Повышение эффективности систем автономного электроснабжения на объектах нефтегазовой промышленности / И. И. Артюхов, А. В. Коротков // Проблемы электроэнергетики : межвуз. науч. сбор. – Саратов : Сарат. гос. техн. ун-т, 2006. – С. 4–16.
- 2 Злобин А. Ю. Применение асинхронизированных синхронных генераторов в дизель-электрических агрегатах / А. Ю. Злобин // Электротехника. – 2007. – № 2. – С. 55–59.
- 3 Бекаев Л. С. Мировая энергетика и переход к устойчивому развитию / Л. С. Бекаев, О. В. Марченко, С. П. Пинегин. – Новосибирск : Наука, 2000. – 300 с.
- 4 Балагуров В. А. Построение внешних характеристик асинхронного генератора / В. А. Балагуров, А. А. Кецарис // Электротехника. – 1974. – № 2. – С. 24–26.
- 5 Алиев И. И. Переходные режимы асинхронного генератора с гарантированным самовозбуждением при симметричной нагрузке / И. И. Алиев, В. Я. Беспалов, Р. О. Чернов // Электротехника. – 1999. – № 9. – С. 53–55.
- 6 Singh S. P. Performance characteristics and optimum utilization of a cage machine induction generator / S. P. Singh, M. P. Jain // IEE Trans. on En. Conv. – 1990. – Vol. 5, № 4. – PP. 679–685.
- 7 Tandon A. K. Steady state analysis of capacitor self-excited induction generators / A. K. Tandon, G. J. Berg // IEE Trans. on Pow. App. and Sys. – 1984. – Vol. 10, № 3. – PP. 612–618.
- 8 Кицис С. И. Математическая модель автономного асинхронного генератора с незатухшим магнитным полем / С. И. Кицис // Изв. АН СССР. Энергетика и транспорт. – 1981. – № 6. – С. 41–53.
- 9 Marphy B. E. Design-based computational procedure performance prediction and analysis of self-excited induction generators / B. E. Marphy, M. Nagarai // IE Proc. – Pt. B. – 1988. – Vol. 135, № 1. – PP. 8–16.
- 10 Murthy S. S. Studies on the use of conventional induction motors as self-excited induction generators / S. S. Murthy, C. Nagamani // IEEE Trans. on En. Conv. – 1988. – Vol. 3, № 4. – PP. 842–848.
- 11 Murthy S. S. Suitability of using normally-designed induction motor as a capacitor self-excited induction generator / S. S. Murthy, B. P. Singh // Proc. of the Intern. Conf. on Electrical Machines. – Switzerland, 1984. – PP. 173–176.
- 12 Гентковски З. Математическое моделирование электрических процессов в асинхронном генераторе с улучшенными параметрами выходной энергии / З. Гентковски // Proc. of Forth International Scientific Conferens : Integrated Problems of Industrial Control. – Kijev, 1990. – PP. 137–149.
- 13 Сергиенко С. А. Метод расчета статических характеристик асинхронного генератора с емкостным возбуждением / С. А. Сергиенко, Ю. В. Зачепа // Энергетика : Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. – 2012. – №5. – С. 57–66.
- 14 Шубенко В. А. Тиристорный асинхронный электропривод с фазовым управлением / В. А. Шубенко, И. Я. Браславский. – М. : Энергия, 1972. – 242 с.
- 15 Загирняк М. В. Электроприводы с энергообеспечением от автономных асинхронных генераторов / М. В. Загирняк, Ю. В. Зачепа, Д. И. Родькин, А. П. Черный, В. В. Ченчевой: монография. – Кременчуг : ЧП Щербатых А. В., 2018. – 199 с.
- 16 Электроагрегаты и передвижные электростанции с двигателями внутреннего сгорания. Общие технические требования: ГОСТ 23377–84. – [01.07.1985]. – М. : Изд-во стандартов, 1994. – 24 с.
- 17 Zagirnyak, M., Prus, V., Rodkin, D., Zachepa, Y., Chenchevoi, V. "A refined method for the calculation of steel losses at alternating current" *Archives of Electrical Engineering*, 68(2),

**Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

2019, pp. 295-308.

18 Радин В. И. Электрические машины : Асинхронные машины : [учеб. для электромех. спец. вузов] / В. И. Радин, Д. Э. Брускин, А. Е. Зорохович; [под ред. И. П. Копылова]. – М. : Высшая школа, 1988. – 328 с.

19 Zagirnyak, M. Estimation of induction generator overload capacity under connected direct current consumers / M. Zagirnyak, I. Zacheпа, V. Chenchevoi // Acta Technica CSAV (Ceskoslovensk Akademie Ved), 2014, 59(2), pp. 149-169.

20 Chenchevoi V. The formed autonomous source for power supply of single-phase consumers on the basis of the three-phase asynchronous generator / V. Chenchevoi, I. Zacheпа, O. Chornyi, N. Zacheпа, V. Ogar, D. Shokarov // 2018 IEEE 3rd International Conference on Intelligent Energy and Power Systems, IEPS 2018 – Proceedings, 2018-January, 8559522, pp. 110-115.

Ю.В. Зачепа, А.П. Черный, Н.В. Зачепа, С.Г. Буряковский

**Сыйымдылықты өздiгiнен iске қосылатын асинхронды генератордың жүктеме сипаттамаларын есептеудiң нақтыланған әдiсi**

**Аңдатпа.** Мақалада асинхронды генератордың жүктеме сипаттамаларын есептеу әдiстерiне талдау жүргiзiлдi. Аз қуатты генераторлар үшiн статикалық сипаттамаларды есептеудiң қолданыстағы әдiстемелерiн қолдану олардың жүктелу қабiлетiн талдау кезiнде елеулi қателiктерге әкеп соқтыратыны көрсетiлген. Әр түрлi тұтынушыларды қосу кезiнде асинхронды генератордың жүктеме сипаттамаларын есептеудiң нақтыланған әдiсi келтiрiлген, оның iшiнде генерацияланған кернеу жиiлiгiнiң өзгеруiн ескере отырып, динамикалық өзгертiн жүктеме сипаты келтiрiлген. Асинхронды генератордың есептiк және эксперименттiк сипаттамаларын сыйымдылықты өздiгiнен қоздыру арқылы тiкелей салыстыру негiзiнде ұсынылатын әдiстiң барабарлығы расталды.

**Түйiн сөздер:** автономды қуат көзi, асинхронды қозғалтқыш, сыйымдылық қозу, статикалық сипаттамалар

Iu. Zacheпа, O. Chornyi, N. Zacheпа, S. Buryakovskyy

**Refined method for calculating load characteristics of asynchronous generator with capacitive self excitation**

**Abstract.** The article analyzes the existing methods for calculating the load characteristics of an asynchronous generator with capacitive self-excitation. It is shown that the use of existing methods for calculating static characteristics for low-power generators leads to significant errors in the analysis of their overload capacity. An updated method for calculating the load characteristics of an asynchronous generator when connecting various consumers is given. The dynamically changing nature of the load and changes in the frequency of the generated voltage are taken into account. The adequacy of the proposed method is confirmed on the basis of direct comparison of the calculated and experimental characteristics of an asynchronous generator with capacitive self-excitation.

**Key words:** autonomous power supply, asynchronous motor, capacitive excitation, statistical characteristics.

**Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

МҒТАР 47.13.07

К. АЯВХАН<sup>1</sup>, Е.В. КУНТУШ<sup>1</sup><sup>1</sup>(Қарағанды мемлекеттік индустриялық университеті, Теміртау қ. Қазақстан)**ҚАҢЫЛТЫР ИЛЕМДЕУ ОРНАҒЫНДА КӨЛДЕНЕҢ ТҰЗАҚТЫ ҚҰРЫЛҒЫСЫНДАҒЫ  
ЭЛЕКТРЖЕТЕКТИҢ ЭЛЕКТРМЕХАНИКАЛЫҚ ЖҮЙЕСІНІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**

**Аңдатпа.** Үздіксіз ыстық алюмоцинктеудің агрегатына (ҰБІАА) кіретін машина динамикасының сипаттамалары жайлы қарастырылған. Үздіксіз ыстық алюмоцинктеудің агрегаты (ҰБІАА) бытыраңқы көпжетекті күрделі жүйелермен сипатталады, жеке екпінді жүктемеге ұшырайды. Мұндай жүктеме көп жағдайда есептеу кезінде ескерілмейді. Тұзақтық құрылғылардың енгізілуі технологиялық үрдістің үздіксіздігін қамтамасыз етеді, бірақ осыған қарамастан бұл ретте осы жетекті сапалы басқару міндеті пайда болады. Мұндай міндет электржетегімен басқару жүйесінің жұмыс істеуіндегі модельдеу әдістерімен шешілуі мүмкін. Жетек бөлігінің механикалық құрылымы анықталған. Тұзақтық құрылғылы арба жетегінің жұмысының режимдерін зерттеу міндеті қойылған.

**Түйін сөздер:** электржетек, тұзақтық құрылғы, көпмассалы жүйе, серпімділік, момент, орнақ, илем, агрегат.

Тау-кен металлургиялық сала, өндірістің соңғы өнімнің (машинажасау, құрылыс индустриясы, авиациялық, ғарыштық және қауіпсіздік өндірісі) жоғарғы технологиялық және ғылымға қажетті шикізатпен қамсыздандыру ролін атқаратын еліміздің экономикалық стратегиялық саласын ұсынады. Тау-кен-металлургиялық саласы - еліміздің қарқынды түрде дамып келе жатқан өндірістік секторы, Қазақстан экономикасының маңызды құраушысы [1].

Өндірісті қара және түсті металлургиямен кешенді автоматтандыру тәжірибесі, металлургиялық кешеннің тиімді дамуын сенімді түрде дәлелдеп отыр, және де әлемдік саудада метал өнімінің сапасы мен бәсекеге қабілеттілігін едәуір арттыру үшін автоматтандырылған және өнімді алудың автоматты жүйесінің тереңдетіліп жетілдіруін және де технологиялық үрдістердің бағыты жайлы ары қарай ақпаратты өндеуді талап етеді. Металлургиядағы өндірістік автоматтандырудың заманауи үрдісінің дамуы ақпараттық технологияларды кең ауқымды қолданумен сипатталады.

Металлургиялық өндірісте үздіксіз илемдеу орнағы кең қолданылады. Онда қаңылтыр өнімінің басты бөлігін илектейді, себебі үздіксіз қаңылтыр орнағы кең өндірілетін өнімнің бірі болып табылады. [2] бір өлшемді тілменің көптеген партиясын илектеу кезінде салқындай илемдеудің үздіксіз тұрағының құндылығында болып отырғандығы жазылған.

Үздіксіз ыстық алюмоцинктеу агрегаты (АНГА) күрделі технологиялық агрегаттар болып табылады. Үздіксіз ыстық алюмоцинктеу агрегатының (АНГА) статикалық және динамикалық жұмыс режимінің ерекшелігі иілгішті таратылған тілме арқылы өзара байланысқан көп қозғалытқышты электржетекпен анықталады.

Үздіксіз өндеу агрегаттарының негізгі механизмдерінің құрамына кіретін тілменің жинақтау тұзағы тілмені технологиялық өндеудің үрдісіне кірмейді, соған қарамастан аталған агрегаттардың өнімділігі мен жұмыс сенімділігі дәйекті жұмыстан тәуелді агрегаттар құрамындағы жауаптылықты ұсынады.

Үздіксіз ыстық алюмоцинктеудің агрегаты (АНГА) күрделі динамикалық режимде жұмыс жасайды, сондықтан оның құрылымына қатаң түрде талап қойылады және сенімді болуды талап етеді. Машинаны шындығындағыдай қалай болып көрінуі керек болса, солай болатындай етіп қарастыру қажет, яғни материалдың (икемді) құрамын ескеріп, сыртқы

#### **Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

күштерге шыдамдылығын, қозғалытқыштың сипаттамасын ескере отырып, жүйенің диссипативтік құрылымы мен келтірілген желілердің саңылауын ескере отырып қарастыру керек. Илектеу машиналарына тән ең қатты динамикалық режим, үнемі екпінге жақын келетін жүктемелеумен сипатталады. Сондықтан динамикалық әсерді ескермеу өз кезегінде металлургиялық машиналардың есебінде үлкен қателіктерді алып келуі мүмкін.

Құрылымдық ерекшелігі мен тағайындалуынан барлық тәуелсіз машиналардың ортақ қасиеттері – белгілі бір шарттарда ондағы тербелмелі үрдістерді қоздыру кезінде буындардың икемділігі мен серпімділігіне ие. Сыртқы жүктемелердің әсерінен (моменттер немесе қозғалытқыштың күші, тежеулер, жұмыс машинасының технологиялық кедергілері және т.б.) жетектің икемді элементтері деформацияланады, ал машинаның массасы басты айнарудан басқа, төменгі айналмалы немесе шектік тербелістер жасайды. Жетектің осы желісінің нәтижесінде уақыт бойынша өзгеретін жүйенің өзіндік тербеліс жиілігімен қосымша моменттермен, немесе серпімділік күштерімен жүктеледі.

Үздіксіз ыстық алюмоцинктеу агрегатында (АНГА) автотербелістерден болатын динамикалық жүктемелер үлкен шамаларға жетуі мүмкін, және оларды жетектердің бөлшектерін есептеу кезінде ескеру қажет. Автотербелістерден болатын жүктемелер тек ғана жоғарғы амплитудамен қауіпті емес, және де олар нөлдік мәндерден өте отырып оларды жалғастырушы тұйықталудағы серпімді соққымен саңылаудағы кинематикалық тізбектің үзілуіне (тісті жылжуларда, жалғастырғышта, әмбебап топсаларда) және жетектік желілердегі ортақ кернеуліктің лезде артуына әкеліп соқтырады.

Таспалық материалдарды ауыстыру мен өңдеуге тағайындалған кешендер мен агрегаттарды басқару, көпқозғалытқышты жетектермен жүзеге асатын көпмассалы механикалық жүйемен өзара байланысты. Егер жобалағандағыдай механикалық және электромагниттік қосымша жүйемен байланысы әлсіз болып шығатын болса, онда механикалық қосымша жүйе электромагниттік қосымша жүйеден өзара тәуелсіз қарастырылуы мүмкін.

Егер [3] қарастырылып отырған жұмыста, басқарылуы көп қозғалытқышты электржетекпен жүзеге асатын көпмассалы серпімді механикалық қосымша жүйеде жүретін болса, онда өзара массасыз серпімді байланыспен жалғанып, шоғырланған массалары бар элементтер түрінде көрсетілуі мүмкін. Бірнеше айнымалы кіріспен өзара байланысқан механикалық қосымша жүйелер басты қозғалыстарды жасайды деп айтылған. Механикалық қосымша жүйемен өзара байланысқан тербелістер жүйені қалпына келтіруші күштердің әсерінен үнемі өшпелі болып табылады, сондықтан өзара байланысқан механикалық қосымша жүйенің математикалық сипаттамасын осы күштерді ескере отырып орындау қажет.

Негізінде электржетекпен басқару жүйесін есептеу кезінде жоба бойынша, атқарушы орган мен қозғалытқыш арасындағы кинематикалық байланыс серпімді деформациямен өзгеріске ұшырамайды және саңылауы болмайды. Қозғалытқыштың осындай рұқсат етілген жылдамдығы кезінде және қозғалытқышқа келтірілген атқарушы органның жылдамдығымен орнатылған режимде ғана емес, ауыспалы үрдістерде де өзара тең. Электржетектің жұмысына механизмнің әсері, қозғалытқыштағы жүктеме моментінің сипаттамасын анықтаумен ба йқалады, ал жетектің инерция моменті қозғалытқыштың инерция моментінің жиынтығы, қозғалытқыш валына келтірілген атқарушы органның және редуктордың инерция моменті болып табылады. Осы жағдайда механизмдегі жүктеме моментінің өзгерісі қозғалытқыштағы жүктеме моментінің өзгерісіне эквивалентті болып табылады. Көп жағдайда қозғалытқыштың қатты байланысы жайлы болжамына негізделген идеалдау және атқарушы органмен рұқсатталған болып табылады. Бұл электржетектің автоматты басқару жүйесінің қозғалысын анықтайтын механизмнің өзіндік серпімді тербелісінің жиілігі жиіліктен шамалы түрде жоғары болып табылады. Егер бұл шартты талдау кезінде серпімділігін ескермеу орындалмаса және жүйені талдауда қате нәтижеге

#### **Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

әкелуі мүмкін. Басқару жүйесінің тез әрекеттігі жоғары болса, онда электржетекпен басқару жүйесінің автоматты жұмысына серпімділігінің әсері байқалатын болады.

Нақты механизмнің электржетекпен автоматты басқару жүйесінде динамика сұрақтарын қарастыруда механизмнің моделін құру алдын ала болуы керек. Бұл модель, бір жағынан математикалық жазба негізінде құрастырылған болуы үшін динамикалық үрдістердің айқындалған сипаттамасы жеткілікті түрде нақты болуы керек. Екінші жағынан, ол жеткілікті түрде осы үрдістерді зерттеу барысында жүзеге асатындай қарапайым болуы керек. Критериясы ретінде теориялық нәтижемен эксперименттік нәтижелердің сәйкес болуын қанағаттандыруы тиіс.

Электржетектің нақты жүйесінде механизммен қозғалытқыш валының берік байлынысы жайлы түсінігі рұқсатталған, жалпы жағдайда рұқсатталмаған болып табылады. Атқарушы орган мен қозғалытқыш арасындағы кез келген байланысы абсолютті берік болып табылмайды және серпімділік қасиетін ескермеу мүмкіндігі қозғалытқыш жүйесінің серпімді тербелісінің өзіндік жиілігімен байланысты – орындаушы механизм электржетекпен автоматты басқару жүйесі үшін пайда болатын белгілі бір жоғарғы жиілікке ие. Сондықтан жоғарлатылған автоматты жүйенің жылдам әсер етуі, тиристорлық түрлендіргіштер мен реттеу жүйесінің жоғарғы сапалы элементтерінің қолданылуымен негізделген.

Негізі жүйені қарастыру кезінде механизм мен қозғалытқыш роторының айналуы массасына жинақталуы, ұзартылған вал мен редуктор арқылы өзара байланысқан, және келесі рұқсат етілген шарттарды қабылдайды:

- 1) деформацияланбайтын жинақталған массалармен келтірілген, жүйеде әсер етуші күштер мен моменттер;
- 2) серпімді буындар салмақсыз және байланыстың тұрақты қатаңдығымен сипатталады, яғни деформация мен момент (күш) арасындағы пропорционалдық коэффициентпен;
- 3) серпімді буынар деформациясы сызықты және Гук заңына бағынады;
- 4) деформацияның толқынды қозғалысын ескермеуге болады.

Негізі серпімділіктің болуы жүйенің қозғалысын төмендетуге алып келеді.

Атап айтылғандай, тілменің тұзақ жинақтаушысы орнақ құрамына кіретін басты жауапты механизм болып табылады. Көлденең және вертикаль түріндегі қолданылатын тұзақтық жинақтаушылар агрегат бөлшектері арасындағы тілменің қажетті запасын созылмалы жағдайда сақталуын қамтамасыз етеді. Бұл запас тізбек немесе басты бөліктің технологиялық тоқтатылуы кезінде технологиялық үрдісті енгізудің үзіліссіздігін қамсыздандыру үшін қолданылады.

Қолдану тәжірибесі мен талдауда көрсеткендей, тұзақтық жинақтау арбасының электржетегі автоматты басқару жүйесін жобалау кезінде ескеретіндей арнайы ерекшелікке ие. Бұл ерекшелік арба мен келтірілген барабан арасындағы канаттық байланыстың болуымен көрсетіледі. Белгілі бойынша, арбаның (разгон-орнақты тежеу) сызықтық жылдамдығын ауыспалы режимде өзгеруі керуді ұстап тұру дәлдігін арттыру үшін қажет. Канат арқылы байланыстың болуы арбаның электржетегінде ауыспалы үрдістердің жүру сипаттамасына әсер етеді. Арба «тұрақтан» электржетек бағытына екіпінделгенде барлық элементтер (электр қозғалытқыш, редуктор, канаттық барабан, ауыспалы буындар) үдей түседі, және де айналмалы барабаны бар арбаның үдеуі және бос роликтер мен құрылғының тілмелерін ұстап тұрушы роликтерді қоса отырып жинақтауыштағы тілмелердің үдеуі де артады. «Тұраққа» арбаның қозғалысы кезінде оның үдеуі канаттық байланыстың болуынан емес, арбаны электржетегімен қамтамасыз етуі мүмкін еместігін көрсетеді. Осы жағдайда [4] көрсетілген тілменің жинақтаушы элементтерінің үдеуі, тілменің көршілес жинақтаушысы басқа да механизмдердің электржетегімен жүзеге асады. Сәйкесінше, осындай құбылыс арбаның ақырын жүруінен пайда болады.

#### Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»

Осылайша, тұзақты жинақтаушы арбаның электржетегі айнымалы инерция моменті бар электржетекті ұсынады деп қорытындылуға болады. Сондықтан да күрделі құрылымы мен құрамының орындаушы органының инерция моментінің күрделетілген функциясын ескеретін имитациялық моделін жасау қажет. Осындай модель реттеу сапасын арттыру мақсатында және көлденең тұзақтық құрылғылы арба электржетегін зерттеуге мүмкіншілік береді.

#### ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Программа по развитию горно-металлургической отрасли в РК на 2010-2014 годы [Электронный ресурс]/ Министерство индустрии и новых технологий Республики Казахстан. Официальный интернет ресурс – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.mint.gov.kz/>

2 Бодров Е.Э. Модернизация многосвязной системы электропривода непрерывного листового стана холодной прокатки. Магнитогорск, 2010 – 147 с.

3 Белов М.П., Новиков В.А., Рассудов Л.Н. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов. М., Издательский центр «Академия», 2004 – 576 с.

4 Лимонов Л.Г. Автоматизированный электропривод промышленных механизмов. Харьков, Форт, 2009 – 272 с.

К. Аявхан, Е.В. Кунтуш

#### **Особенности электромеханической системы электропривода горизонтального петлевого устройства листопрокатного стана**

**Аннотация.** Рассмотрены вопросы описания динамики машин, входящих в агрегаты непрерывного горячего алюмоцинкования (АНГА). Агрегаты непрерывного горячего алюмоцинкования (АНГА) характеризуются рассредоточенными многоприводными сложными системами, подвергаются частым ударным нагрузкам. Такие нагрузки в большинстве случаев не учитываются при расчетах. Ведение петлевых устройств обеспечивает непрерывность технологического процесса, но при этом появляется задача качественного управления этим приводом. Такая задача может быть решена методами моделирования функционирования системы управления электроприводом. Определена структура механической части привода. Поставлена задача исследования режимов работы электропривода тележки петлевого устройства.

**Ключевые слова:** электропривод, петлевые устройство, многомассовые системы, упругость, момент, стан, прокаты, агрегат.

К. Ayavkhan, Ye. Kuntush

#### **Features of electromechanical system of electric drive of horizontal loop device of sheet rolling mill**

**Abstract.** The problems of describing the dynamics of the machines included in the units of continuous hot-dip aluminum (UCA). The units of continuous hot-dip aluminium galvanizing (UCA) are characterized by dispersed multi-drive complex systems and are subjected to frequent shock loads. Such loads are in most cases not taken into account in the calculations. Maintenance of loop devices ensures the continuity of the process, but there is a problem of quality control of this drive. This problem can be solved by modeling the operation of the electric drive control system. The structure of the mechanical part of the drive is determined. The task of studying the modes of operation of the electric drive of the truck of the loop device is set.

**Key words:** electric drive, the loopback device, the multi-mass system, elasticity, point, camp, rentals, units.

**Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

МРНТИ 50.49.02, 28.01.29

В.В. ЯВОРСКИЙ<sup>1</sup>, А.О. ЧВАНОВА<sup>1</sup>, С.В. КАН<sup>1</sup>, Н.В. БАЙДИКОВА<sup>1</sup><sup>1</sup>(Карагандинский государственный индустриальный университет, Темиртау, Казахстан)**ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ИТ-ПРОЕКТОМ**

**Аннотация.** Рассмотрены особенности методики проектного управления и ее применения в процессе разработки программных продуктов. Проект представляет собой комплекс взаимосвязанных мероприятий, которые предназначены для достижения целевых результатов при решении многокритериальных задач в течение заданного периода времени и при установленном бюджете в условиях ограниченных ресурсов. В работе рассмотрены также особенности ИТ проектов и управления рисками при их реализации.

**Ключевые слова:** управление проектом, ИТ проект, управление рисками, менеджер проекта, программный продукт.

Считается, что в основе современных методов управления проектами лежат методики структуризации работ и сетевого планирования, разработанные в конце 1950-х годов в США.

Одним из наиболее известных проектов, в котором были впервые использованы методы моделирования и согласования комплекса работ, является проект разработки ракетной системы «Поларис», реализованный также в конце 1950-х годов в США. Этот проект имел жесткие ограничения по срокам, поскольку был привязан к предполагаемой дате ввода в эксплуатацию в СССР ракет, способных нести ядерные заряды и достигать территории США. В то же время в рамках данного проекта необходимо было разработать, провести сборку и тестирование значительного количества не имевших аналогов компонент. Реализация проекта, объединявшего около 3800 основных подрядчиков и состоявшего из 60 000 задач, была поручена Главному управлению вооружений ВМС США. В целях управления реализацией этого проекта корпорацией «Локхид» и консалтинговой фирмой «Буз, Аллен энд Гамильтон» был создан специальный метод планирования работ на основании оптимальной логической схемы процесса, названный методом анализа и оценки программ (PERT – Program Evaluation and Review Technique). Использование метода PERT позволило руководству программы обеспечить более четкое планирование и распределение работ между исполнителями с соблюдением временных рамок. Использование такого подхода позволило успешно завершить проекта ранее установленного срока. Успешность метода привела к тому, что он был засекречен и использовался для планирования проектов военной промышленности и Вооруженных сил США. Методика отлично себя зарекомендовала при координации работ, выполняемых различными подрядчиками в рамках крупных проектов по разработке новых видов вооружения.

Промышленные предприятия США начали применять подобную методику практически одновременно с военными с целью модернизации производства и производства новой продукции [1].

Использование программных продуктов технологии проектного управления в странах постсоветского пространства началось около 10 лет назад в условиях, когда проводились глобальные экономические реформы. В этот период методы управления проектами применялись в металлургической, нефтегазовой промышленности, банковской и строительной сфере и т.д. Метод проектов может быть использован для организации производства новой продукции, услуг, организации мероприятий.

Таких проектов в компании может быть достаточно большое количество от десятка до

#### **Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

сотни и больше, они в свою очередь образуют портфель проектов компании, которым необходимо управлять. Основной задачей управления проектами в таком случае является оптимальное распределение ресурсов между выполняющимися проектами.

В целом, любой вид человеческой деятельности можно представить как совокупность процессов, которые организуются с определенной конечной целью. Цель должна отражать требования к конечному продукту и учитывать имеющиеся инструменты и ресурсы производства. Проект представляет собой комплекс взаимосвязанных мероприятий, которые предназначены для достижения целевых результатов при решении многокритериальных задач в течение заданного периода времени и при установленном бюджете в условиях ограниченных ресурсов.

Проектная деятельность обладает следующими особенностями:

- ориентация на достижение конечной цели;
- выполнение совокупности взаимосвязанных работ;
- ограниченность сроков выполнения работ;
- индивидуальный детальный подход к реализации комплекса работ проекта.

Основной движущей силой образования и реализации проектной деятельности является необходимость достижения определенной цели. В силу того, что проект может быть представлен как совокупность работ, то и цель проекта можно представить как совокупность отдельных подцелей. Если целью проекта, например, является разработка корпоративной информационной системы, то в качестве подцелей можно выделить разработку базы данных, разработку интерфейса пользователя, выбор программно-аппаратных средств реализации проекта и т.д. Разработка базы данных также предполагает разработку логической структуры, инфологической, даталогической и физической модели. Таким образом формирование проекта предполагает определение дерева целей проекта.

IT-проекты обладают рядом специфических особенностей [1]:

- разрабатываемая программа не является материальным объектом, который можно увидеть в процессе разработки и повлиять на его реализацию;
- нет единого стандарта по организации жизненного цикла программного продукта, каждый проект является уникальным, его сложно вписать в узкие рамки;
- разработка программных продуктов носит творческий характер, что затрудняет оценку временных и материальных затрат на его реализацию.

Эти особенности влияют на результативность реализации проектов по разработке программного обеспечения. Как правило, только третья часть проектов не выходит за рамки бюджета и времени, а также реализуют все заложенные функции.

Практически 50% проектов не укладываются во временные и бюджетные рамки, а также в итоге не реализуют все требования полностью. Среднее превышение сроков составляет 120 %, среднее превышение затрат 100 %, при реализации обычно исключается значительное число функций [2].

Пятая часть проектов полностью проваливаются и аннулируются до завершения. Основные причины следующие: требования заказчика не выполняются; проект не вложился в стоимость; проект не вложился в заданные сроки; этапы работ оказались нескоординированными друг с другом [3].

С целью максимального соблюдения установленных ограничений при реализации проекта необходимо достаточное внимание уделять управлению рисками.

В методологии по управлению IT-проектами Microsoft Solutions Framework (MSF) компании Microsoft [4] под риском проекта понимается событие или условие, которое может оказать как негативное, так и позитивное влияние на итоги проекта, отмечается, что риски не есть проблемы. Проблемы – это нечто, имеющее место в настоящее время, в то время как риски относятся к будущему и носят вероятностный характер (могут и не состояться).

#### **Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

Однако риски могут стать проблемами, если ими эффективно не управлять.

Управление рисками программного проекта должно начинаться с определения факторов, которые будут способствовать его одобрению и успешному завершению. Считается, что хороший менеджер проекта должен уметь оценивать эти факторы и вовремя управлять рисками для их достижения. Процесс управления рисками должен сопровождать весь комплекс работ по проекту от идеи до сдачи [5].

Целью управления рисками является максимизация их положительного влияния, т.е. использование открывающихся возможностей при их возникновении, а также минимизация негативных факторов, т.е. убытков.

В минимизации рисков заинтересованы все участники проекта: разработчики, инвесторы, заказчики. Ситуация по реализации проекта оценивается по степени проработанности процедуры выявления, анализа и управления рисками.

Управление рисками включает ясное понимание внутренних и внешних причин, влияющих на проект, которые могут привести к его срыву. Главной целью управления рисками является идентификация и контроль за редко встречающимися факторами, которые приводят к вариациям проекта. Подобный подход отражается в формальном процессе, когда факторы риска систематически идентифицируются, оцениваются и поддерживаются.

Все риски можно разделить на две категории: внешние – те, которые находятся за пределами зоны ответственности менеджера проекта, на которые он не может повлиять, и внутренние риски, которые попадают в сферу влияния менеджера.

Риски проекта можно классифицировать следующим образом [6]:

1. Известное в известном. Риски этого вида должны быть известны и понятны разработчикам с самого начала проекта. Например, в качестве такого риска можно отметить отсутствие исполнительного спонсора для крупных разделов проекта. Риск, относящийся к категории «известное в известном», также может связываться с риском той категории, который можно смягчить в данном проекте. Эти риски указываются и описываются в плане по менеджменту проекта.

2. Известное в неизвестном. Это категория рисков, когда разработчики имеют представления об их категории, но не совсем ясны проявления рисков в конкретном проекте. Например, при отсутствии обратной связи с конечным потребителем программного продукта, сложно корректно идентифицировать требования к нему. Риски данного типа заносятся в план менеджмента рисков с определением их приоритета. Отслеживание рисков осуществляется на еженедельной основе.

3. Неизвестное в неизвестном. Риски такого рода известны команде разработчиков, но реальные последствия в данном проекте неясны. В качестве примера здесь можно указать использование специфического технологического решения для реализации программного продукта при условии отсутствия у команды опыта работы с таким решением раньше. В таком случае предположить все возможные риски применения инструмента не могут быть учтены.

Для организации эффективного управления рисками менеджер должен обладать высоким уровнем компетенции по выполнению начальных оценок рисков, составлению плана управления с указанием временных рамок, проведению презентаций и собраний по проекту [7].

В целом, процесс разработки программного обеспечения сложно вписать в некие рамки, т.к. он носит творческий характер. Кроме того, выбранные методы и средства реализации проекта могут меняться по ходу разработки, если программист понимает неэффективность используемого инструментария. Тем не менее, при тщательном планировании и мониторинге процессов можно минимизировать последствия рисков и успешно завершить проект.

**Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»****СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

- 1 Ехлаков Ю.П. Введение в программную инженерию: учебное пособие. – Томск: Эль Контент, 2011. – 148 с.
- 2 Афонин А.М. Управление проектами: Учебное пособие. - М.: Форум, 2010. - 184 с.
- 3 Гонтарева И.В. Управление проектами: Учебное пособие. - М.: КД Либроком, 2013. - 384 с.
- 4 Microsoft Solutions Framework. Дисциплина управления рисками MSF. [Электрон/ресурс]. – 2019. - Режим доступа: <http://vernikov.ru/informacionnye-tehnologii/item/287-disciplina-upravlenija-riskami-msf.html/> (Дата обращения: 09.11.2019)
- 5 Расмуссон Д. Гибкое управление IT-проектами: Руководство для настоящих самураев: Как мастера Agile делают выдающееся ПО. - СПб.: Питер, 2012. - 272 с.
- 6 Солдатов, В.П. Управление программными проектами. - М.: Бином, 2010. - 384 с.
- 7 Фласинский М. Управление информационными проектами. - М.: Горячая линия - Телеком, 2013. - 190 с.

В.В. Яворский, А.О. Чванова, С.В. Кан, Н.В. Байдикова

**IT-жобаны басқару ерекшеліктері**

**Аңдатпа.** Жобалық басқару әдістемесінің ерекшеліктері және оны бағдарламалық өнімдерді әзірлеу процесінде қолдану қарастырылған. Жоба белгіленген уақыт кезеңі ішінде және шектелген ресурстар жағдайында бюджетте белгіленген кезде көп критериалды міндеттерді шешу кезінде мақсатты нәтижелерге қол жеткізуге арналған өзара байланысты іс-шаралар кешенін білдіреді. Жұмыста IT жобаларының ерекшеліктері және оларды іске асыру кезінде тәуекелдерді басқару қарастырылған.

**Түйін сөздер:** жобаны басқару, IT жоба, тәуекелдерді басқару, жоба менеджері, бағдарламалық өнім.

V. Yavorskiy, A. Chvanova, S. Kan, N. Baidikova

**Features of it project management**

**Abstract.** The features of the project management methodology and its application in the development of software products are considered. The project is a set of interrelated activities that are designed to achieve targeted results in solving multi-criteria tasks within a given period of time and with a fixed budget in a limited resource environment. The paper also discusses the features of IT projects and risk management in their implementation.

**Key words:** project management, IT project, risk management, project Manager, software product.

**Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

МРНТИ 53.07.05

О.Н. ЛЕЛИКОВА<sup>1</sup>, О.Н. ОНИЩЕНКО<sup>1</sup>, Г.Г. ЖАБАЛОВА<sup>1</sup>, М.В. НИКИТИНА<sup>2</sup>,  
П.А. КОРОЛЕВ<sup>1</sup><sup>1</sup>(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)<sup>2</sup>(Технико-экономический колледж, г. Темиртау, Казахстан)**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ОХЛАДИТЕЛЯ АГЛОМЕРАТА  
В УСЛОВИЯХ АО «АРСЕЛОРМИТТАЛ ТЕМИРТАУ»**

**Аннотация.** На АО «АрселорМиттал Темиртау» теплота горячего воздуха от охладителей агломерата не используется и безвозвратно теряется. В статье рассматривается возможность использования теплоты нагретого воздуха в энергетических и энерготехнологических установках. Использование предлагаемой схемы позволит получить пар в котлах-утилизаторах и выработать электроэнергию на собственные нужды цеха. Это повысит работоспособность агломерационной установки и снизит выбросы пыли в атмосферу.

**Ключевые слова:** агломерат, руда, шихта, спекание, охладитель, горн.

Повышение эффективности производства невозможно без усилия режима экономии. Претворяя в жизнь стратегию ускорения социально-экономического развития страны, необходимо рационально и экономно расходовать все виды ресурсов, снижать их потери, ускорено переходить к ресурсосберегающим и безотходным технологиям. Мероприятия по снижению затрат топлива и электроэнергии является неотъемлемой частью Энергетической программы Казахстана [1].

В числе энергоемких отраслей промышленности выделяется черная металлургия, конечный продукт которой (прокат) требует с учетом всех переделов 1,2 ÷ 1,8 т условного топлива на 1т проката.

В черной металлургии систематически ведутся работы по экономии топливно-энергетических ресурсов. Совершенствуется структура топливно-энергетического баланса, внедряются высокопроизводительные агрегаты и прогрессивные технологические процессы, реконструируется и модернизируется установленное оборудование, создаются агрегаты для утилизации вторичных тепловых и топливных энергоресурсов [2].

Среднегодовая экономия условного топлива в черной металлургии (исходя из утвержденных норм расхода) может составить 1,2 млн. т, а электроэнергии – 600 млн. кВт·ч., если осуществлять строгий контроль деятельности всех структурных подразделений, использующих топливо и энергию.

Доля вторичных энергетических ресурсов (ВЭР) черной металлургии составляет около 85 % от общего выхода ВЭР в промышленности. Остальные 15 % приходятся на машиностроение, химическую и нефтехимическую промышленности, промышленность строительных материалов и прочих отраслей. Использование ВЭР является одним из основных направлений энергоэффективности топливно-энергетических ресурсов во всех сферах хозяйства, в том числе, и в промышленности. Особенно это касается наиболее энергоемких отраслей промышленности, в которых использование ВЭР может оказаться кардинальным или даже единственным способом снижения потребления энергии [3].

В годовом производстве агломерата и окатышей расходуется около 11 млн. тонн условного топлива в год, что соответствует 7 % общего топливопотребления в отрасли. Совершенствование подготовки шихты и улучшение качества агломерата и окатышей по

#### Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»

гранулометрическому и химическому составам прочности, приводит к снижению расхода кокса в доменном производстве. Одновременно с этим необходимо сокращать удельный расход топлива в процессе получения агломерата и окатышей.

Работы по использованию теплоты агломерата ведутся в Германии, Бельгии и других странах, но широко – на японских металлургических заводах, где из 37 действовавших агломашин 15 было оборудовано устройствами для использования теплоты отходящего воздуха охладителями агломерата. Горячий воздух подавали в зажигательный горн или для подогрева шихтовых материалов. Работа в этом направлении ведется и на АО «АрселорМиттал Темиртау».

Агломерационные машины АО «АрселорМиттал Темиртау» типа АКМ9-312/336 имеют по одному типовому загрузочному устройству, которое состоит из челнокового распределителя шихты, промежуточного бункера, барабанного питателя и наклонного отражательного листа. Загрузка шихты производится наклонно-ссыпавшимся потоком навстречу движению паллет [4].

Важным условием, обеспечивающим нормальный ход процесса спекания, является формирование слоя подготовленной шихты при её загрузке на спекательные тележки с минимальным уплотнением и равномерной по ширине тележки газопроницаемостью. Общая высота слоя шихты на агломашине в зависимости от её газопроницаемости и характеристики тягодутьевых средств может изменяться в пределах от 300 до 600 мм [5].

Из агломашин агломерат выходит с температурой 600-800 °С. Для обеспечения нормальной работы оборудования и условий труда при транспортировании и использовании он подвергается охлаждению. Охлаждение осуществляется на прямолинейных охладителях типа ОП5-315 путём продува воздуха через слой агломерата, подаваемого шестью вентиляторами типа ВДН-24П равномерно по длине и ширине охладителя.

Степень охлаждения агломерата определяется косвенно по температуре продуваемого воздуха, измеряемой в трёх точках по длине охладителя: загрузочной, средней и разгрузочной частях. Температура воздуха в разгрузочной части охладителя не должна превышать 60 °С.

Охладитель агломерата прямолинейный ОП5-315:

производительность средняя	370 т/ч;
активная рабочая площадь	315 м <sup>2</sup> ;
длина рабочей поверхности	90 м;
ширина рабочей поверхности	3,5 м;
высота слоя агломерата	0,90 м;
скорость движения полотна	от 1 до 3 м/мин;
уклон наклона полотна	10 градусов;
напор в дутьевых камерах	220 мм. вод. ст.;
температура горячего возврата	600 °С;
мощность привода	56 кВт.

После очистки воздух выбрасывается в атмосферу дымососами Д25 х 2ШБ. Эффективность пылеудаления составляет 93-95%.

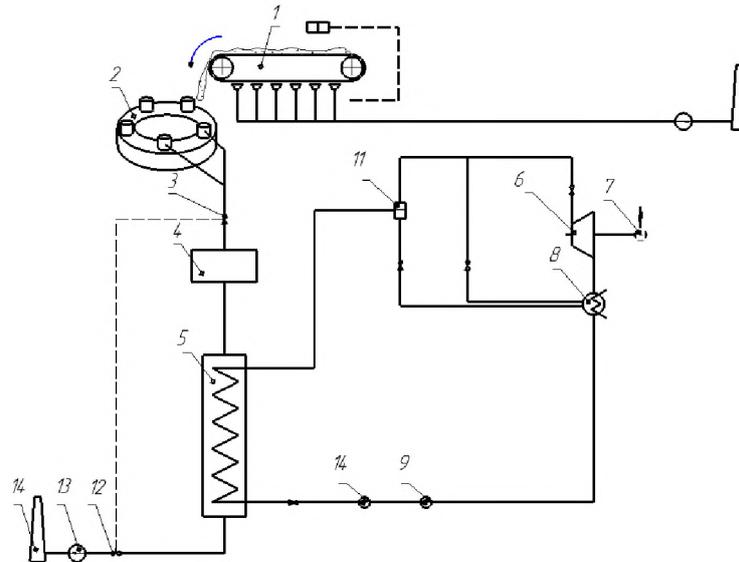
Использование очищенного воздуха от охладителя агломерата по схеме на рисунке 1 позволит вырабатывать электроэнергию.

Температура воздуха на входе в котел  $t_{\text{вх}}=550^{\circ}\text{C}$ .

Состав воздуха (очищенного) перед котлом:  $\text{CO}_2$  – 18 %;  $\text{H}_2\text{O}$  – 10,5 %;  $\text{O}_2$  – 15 %;  $\text{N}_2$  – 56,5 %.

Количество воздуха, проходящего через котел  $V_{\text{до}}=87,2 \text{ м}^3/\text{с}$  [6].

Энтальпию пара  $i_k^{19}=2080 \text{ кДж/кг}$  после котла-утилизатора направляется в турбину, электрическая мощность которой составит 10,6 МВт.

**Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

1-агломерационная машина; 2-кольцевой охладитель агломерата; 3-отключающий клапан; 4-пылеулавливатель; 5-котел-утилизатор; 6-паровая турбина; 7-электрогенератор; 8-конденсатор турбины; 9-конденсатный насос; 10-питательный насос; 11-сепаратор; 12-регулирующий клапан; 13-вентилятор; 14-труба.

Рисунок 1. Схема установки

**Заключение:**

Охлаждение агломерата – заключительная теплотехническая стадия в схеме его производства, значительно влияющая на качество конечной продукции и сохранность оборудования.

Котел - утилизатор рассчитан с учетом охлажденного воздуха. Температура на входе 550 °С, на выходе 317,62 °С, производительность пара составит - 47 т/ч.

Возможность использования теплоты воздуха, нагретого от охладителя, позволит выработать электроэнергию мощность - 10 МВт (количество выработанной электроэнергии 10000 кВт·ч).

Полученная электроэнергия будет иметь низкую себестоимость.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1 «Энергосберегающая технология на предприятиях черной металлургии». – Харьков «Вища школа», 1986 г. 253 с.

2 Коморников Г. И. «Достоверность расчетного теплового баланса агломерации». – Сталь, 1983. №3. 13-14 с.

3 Бабушкин В.М. «Экономия твердого топлива путем совершенствования тепловых агрегатов». – Сталь, 1981. –№12. –329 с.

4 АО «АрселорМиттал Темиртау». Агломерационный процесс. Технологическая инструкция ТИ-309-АП2-2012. Темиртау, 2012.

5 Савицкая Л. И. «Работа крупных агломерационных машин. М., Обзор по системе Информсталь / институт «Черметинформация», 1985. Вып.21 (236). – 34 с.

6 Мастрюков Б. С. «Теория, конструкции и расчеты металлургических печей»:том 2. – М., Металлургия, 1978. –270 с.

**Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

О.Н. Леликова, О.Н. Онищенко, Г.Г. Жабалова, М.В. Никитина, П.А. Королев

**Энергия тиімділігін арттыру жолдары "АрселорМиттал Теміртау" АҚ жағдайында суытқышты агломератты**

**Андатпа.** «АрселорМиттал Теміртау» АҚ және ауа охладителей ыстық агломератты пайдаланылмайды және қайтарымсыз жылуы жоғалады. Мақалада пайдалану мүмкіндігін қарайды және қызған ауа жылулықты энергетикалық технологиялық энергия жасау. Ұсынылатын схемасын әзірлеу цех жеке мұқтаждарына электр энергиясы бу жана қазандықтардағы кәдеге жарату пайдалану алуға мүмкіндік береді. Бұл жұмысқа қабілеттілігін төмендетеді атмосфераға шығарындылар агломерациялық қондырғылар мен шаң арттырады.

**Түйін сөздер:** бұған негіз етіліп, жымдасу, агломерат, рудалар, шихта, горн.

O. Lelikova, O. Onichshenko, G. Zhabalova, M. Nikitina, P. Korolev

**Ways of increase in energy efficiency of the cooler of agglomerate in the conditions of JSC «ArselorMittal Temirtau»**

**Abstract.** At «ArselorMittal Temirtau» JSC, hot air heat from agglomerate coolers is not used and is irretrievably lost. The article considers the possibility of using the heat of heated air in power and energy technology plants. The use of the proposed scheme will allow to obtain steam in recovery boilers and to generate electricity for the own needs of the workshop. This will improve the performance of the agglomeration plant and reduce dust emissions into the atmosphere.

**Key words:** agglomerate, ore, furnace charge, agglomeration, cooler, horn.

---

---

**Раздел 5**

**Химические  
технологии.  
Безопасность  
жизнедеятельности**

**Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

МРНТИ 31.21.21

В.В. МЕРКУЛОВ<sup>1</sup>, А.И. АЛМАЗОВ<sup>1</sup>, Г.С. АРБУЗ<sup>1</sup>, О.А. РЯПОЛОВ<sup>2</sup><sup>1</sup>(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)<sup>2</sup>(АО «WALDIS», Литва)**ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССОВ ВИНИЛИРОВАНИЯ**

**Аннотация.** Статья посвящена исследованиям в области химии ацетилена, в частности процессам винилирования. Показана актуальность проблемы разработок ацетиленовых технологий, рассмотрены виды сырья для получения ацетилена и спектр его применения. Проведен мониторинг мировых рынков сбыта, среди которых выделены 5 мировых лидеров - «БАСФ», «Бийонг Индастриз», «ДюПонт», «Дау Кемикал», «Бекман-Кенко» и проведен сравнительный анализ их деятельности. Показана перспектива развития химии ацетиленовых соединений в Казахстане.

**Ключевые слова:** ацетилен, ацетиленовый спирт, тетраметилдецидиол, флотореагент, высокая рентабельность.

В последние годы появилось существенное число исследований по взаимодействию диацетилена с разными веществами, содержащими подвижный водород, в этом количестве со спиртам и меркаптанами. Возрастающая заинтересованность к диацетилену разъясняется этим, то что диацетилен образовывается как сопутствующий продукт при получении ацетилена термкрекингом природного газа, по этой причине проблема о применении его как нового исходного - один из актуальных задач синтетической химии.

Реакции присоединения спиртов и меркаптанов к ацетиленам известно давно. Изучение условий протекания этих реакций привело к разработке способа винилирования спиртов и меркаптанов и к получению виниловых эфиров и тиоэфиров. В качестве винилирующего агента были применены, кроме ацетилена, различные его монозамещенные соединения.

Синтез виниловых соединений на основе гидроксилсодержащих веществ проводится их винилированием разными методами, среди которых наиболее дешевым и технологически выгодным является винилирование в присутствии щелочных катализаторов.

Ацетилен можно получать не только из нефти и газа, запасы которых быстро уменьшаются, но и из альтернативного сырья - угля, битума, битуминозных сланцев, отходов лесопереработки и сельского хозяйства. В то же время ацетилен гораздо активнее этилена и пропилена и потому более удобен как универсальный «строительный блок» для органического синтеза.

Поэтому дальнейшее развитие химии ацетилена и других легких углеводородов с привязкой к природному газу соответствует долгосрочным интересам.

Ацетиленовые спирты также являются ценными продуктами с широким спектром практического применения - полупродукты в синтезе душистых веществ, лекарственных препаратов и витаминов, антикоррозийные средства для защиты оборудования, модификаторы моторных топлив, эмульгаторы.

С целью увеличения свойств полимерных материалов в сегодняшнее время ведутся активные исследования по получению новых мономеров. В данном исследовании огромную заинтересованность в качестве мономеров представляют производные ацетилена, в особенности функциональные производные, такие как диметилдиэтилбутендиолтиол. Наличие в его составе совместно с алкильными радикалами двойной связи и спиртовых групп дает возможность получать разнообразные винильные мономеры и создавать

**Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

полимеры на их основе.

Реакция винилирования представляет собой введение винильной группы в молекулу органического соединения путем замещения атома водорода. Промышленное значение приобрели процессы винилирования ацетиленом соединений, содержащих реакционноспособный атом водорода, например, карбоновых кислот, спиртов, аминов, амидов.

Большой вклад в исследование реакций винилирования внесли В. Реппе, А.Е. Фаворский, М.Ф. Шостаковский. Наличие в молекуле винильной группы придает соединению способность к полимеризации, поэтому многие подобные вещества являются мономерами для производства полимерных материалов [1].

Химия ацетиленовых соединений продолжает бурно развиваться. Обладая высокой реакционной способностью, ацетилен и его производные в гораздо большей степени, чем этилен, отвечают современным тенденциям развития химической промышленности, которая все более и более ориентируется на производство наукоемких химических продуктов для передовых технологий, медицины и сельского хозяйства.

Еще в недавнем прошлом ацетилен был основным химическим сырьем, практически не имевшим конкурентов. Однако сейчас он утратил свою лидирующую позицию. Вместе с тем, по мнению некоторых аналитиков, у него есть шансы вернуть ее. Произойдет это или нет, в полном объеме или только частично, покажет будущее, но для этого имеются объективные предпосылки [1,2].

Несмотря на относительно дорогое исходное сырье, каким является ацетилен, процессы винилирования заняли в промышленном производстве довольно большой объем за счет разнообразия и тех возможностей, которые открывает ацетилен. Ёмким и актуальным направлением использования в промышленных процессах ацетилена стали ацетиленовые спирты, открытые ещё в начале 20 века.

Например, тетраметилдециндиол (2,4,7,9-Tetramethyl-5-decyne-4,7-diol, ТМДД), как один из представителей промышленных ацетиленовых спиртов, используется в многочисленных направлениях: покрытия, наполнители, шпаклевки, штукатурки, лепка из глины, полироли и воски, средства для обработки текстиля, а также красители, чернила и тонеры, моющие средства для машинной стирки, средства для ухода за автомобилем, краски и покрытия или клеи, ароматизаторы и освежители воздуха. Такая широкая линейка использования обусловлена свойствами ацетиленовых спиртов, их возможностями решать конкретные задачи и цели производителей. Для примера укажем, что использование ТМДД в печатных красках позволило решить проблему так называемой «самоочистки» головки принтера, что на 30% увеличило работу тонера.

Лидерство в этом направлении продолжают держать пять транснациональных компаний, при этом более 100 компаний производят и ведут исследования по всем направлениям использования ацетиленовых спиртов, успешно конкурируя с лидерами особенно по новым решениям и рынкам. Это подтверждает высокую эффективность этих продуктов и веществ в промышленном использовании. Все попытки крупнейшего игрока, каким является германская компания «БАСФ», установить монополию, до сих пор не увенчались успехом. Компании приходится конкурировать не только с американскими транснациональными корпорациями «ДюПонт» и «Дау Кемикал», или китайской «Бийонг Индастриз», но и с сотней небольших фирм, открывающих всё новые и новые направления применения ацетиленовых спиртов. Четыре перечисленные нами компании и германская «Бекман-Кенко» производят около 60% тетраметилдецидиола, при этом всё активнее на рынке ТМДД позиционирует китайская «Чунцин Акмэ Тех Компани» со своими 1400 тонн производства в год. Сотрудничая с итальянским дистрибьютором специальных химикатов «Хемаксия», «Чунцин Акмэ Тех Компани» с 1 мая 2019 года активно вышла на европейский рынок с

**Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

добавкой содержащей тетраметилдецидиол — «Сурфадол». Добавка имеет многофункциональные свойства и используется ведущими мировыми производителями водорастворимых красок, покрытий, печатных красок и адгезивов. Благодаря своим эксплуатационным преимуществам, таким как динамическое снижение поверхностного натяжения, контроль пенообразования, низкая дозировка и простота в обращении, обеспечили «Сурфадолу» довольно большой процент (3,5%) европейского рынка за шесть месяцев сотрудничества с итальянской торговой компанией. За этот период было реализовано 700 тонн продукции на сумму более 6,5 млн евро [3-5].

Линейка конкурента китайскому «Сурфадолу» германского «Сурфайнола» компании «Эвоник Индастриз» содержит более 32 модификаций, которые используются по пяти направлениям. Такое большое разнообразие направлений и применений позволяет любой даже небольшой компании занять свою нишу с оригинальным продуктом на рынке ацетиленовых спиртов. В тоже время «БАСФ» построил и запустил в 2019 году современный завод по производству ацетилена мощностью 90.000 тонн ацетилена в год на промышленной площадке в Людвигсхафен-Вербунд. Это самый эффективный в мире производственный процесс использует избыточное тепло для выработки электроэнергии. Завод обеспечивает работу 19 заводов, производящие промежуточные продукты на основе ацетилена на сумму 2,8 млрд евро. Заводы группы «БАСФ», работающие на основе ацетилена, выпускают 700 наименований продукции, которые применяются в фармацевтических препаратах, пластмассах, растворителях, электронных химикатах и высокоэластичных текстильных волокнах. Клиенты BASF используют эти продукты в автомобильной, фармацевтической, строительной, потребительской и текстильной промышленности. Наиболее важные группы продуктов включают амины, диолы, многоатомные спирты, кислоты и специальные продукты. Промежуточные продукты, например, используются в качестве исходных материалов для моющих средств и средств защиты растений. «БАСФ» выпускает в группе спиртов, диолов и полиолов 5 модификаций ТМДД: ТМДД100%, ТМДД440, ТМДД-БГ, ТМДД-ЕГ, ТМДД-ПГ.

Не менее активно в этом направлении работают два других гиганта химической индустрии — «ДюПонт» и «Дау Кемикал», стремящихся удерживать уже завоеванные в 20 веке позиции на рынке. Позиционируя себя как ведущего производителя печатных красок, «ДюПонт» стремится использовать преимущества тетраметилдецидиола для удержания позиций в печатном деле. Присутствие более чем в 70 странах обеспечивает компании стабильный сбыт промежуточных продуктов на основе ТМДД для производителей печатных красок от промышленных до бытовых вариантов. Известным брендом в покрытиях «ДюПонт» является «Ti-Pure», реализуемый на рынке специализированным подразделением «Хемоурс Компани», где добавка ТМДД в 1% обеспечивает уникальные свойства покрытий на основе «Ti-Pure». Ученые «Хемоурс Компани» продолжают совершенствовать составы, используемые в решениях «Ti-Pure» для блестящих красок, в пластиках, для блестящих ламинатов и долговечных автомобильных и аэрокосмических покрытий. Лидер заставляет и других использовать найденные решения в своих предложениях. Так небольшая американская компания «Аксалта Коатинг Систем» предлагает на рынке подобный продукт «Стандоблю» с аналогичной добавкой ТМДД. Реализация в 2018 году компании «Аксалта Коатинг Систем» приблизилась к 5 млрд американских долларов [3-6].

В еще больших количествах ТМДД используется в растворах регулирующих пенообразования в динамичных и статичных процессах. Например, 50% раствор ТМДД в метиловом эфире, как промышленный продукт предлагает американская компания «Ахиэвел». Компания специализируется на выпуске эпоксидных функциональных мономеров, специальных эпоксидных смол, поверхностно-активных веществ, силановых связующих агентов и специальных аминов. В дополнение к рынку покрытий компания

**Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

обслуживает рынки личной гигиены, клея, смазочных материалов, агрохимикатов, парфюмерии и бытовых промышленных и институциональных продуктов, в которых используют ТМДД в различных сочетаниях и пропорциях. На китайском рынке компания сотрудничает с «Шанхай Фримен Хемикалс», «Трифер хемикал», «Тример Хемикал Компани» и «Далян Трико Хемикал», а на Восточно-европейском направлении с компанией «ДБ Интернешнл», что обеспечивает ей устойчивость на рынке ТМДД, где большую долю занимают вышеуказанные пять крупных игроков.

Не удивительно, что лаборатории и научные коллективы ЕАЭС также активно разрабатывают новые вещества и способы их применения в промышленности на основе ацетиленовых спиртов. Этому способствует доступность ацетилена и его конкурентоспособность даже при получении из карбида кальция в реакции с водой и растущие рынки тетраметилдецидиола.

Последние исследования показали, что новая технология получения ТМДД, предложенная научным коллективом КГИУ г. Темиртау, находится на уровне рентабельности 51 процента. При этом простота технологического и инженерного исполнения выводит новое производство в быстро окупаемый проект с финансовыми показателями внутренней ставки окупаемости (IRR) — 44% и чистой текущей стоимости (NPV) при производстве 300 тонн в год более 88 млн российских рублей. Дальнейшие исследования этого коллектива были связаны с флотационными свойствами продуктов, в которых используется ТМДД. Например, промышленные испытания трех предложенных продуктов на горнообогащительных предприятиях Казахстана, проводимые на месторождении «Коктасжал», показали увеличение выхода меди, по сравнению с применяемыми флотационными агентами, в среднем на 15-16%. Лучший результат был достигнут при увеличении выхода меди на 27%, что дает увеличение прибыли на сумму более 300 млн американских долларов от текущих экспортных поставок и действующих цен на конец 2019 года. Наряду с испытаниями на меднорудных комбинатах, прошли работы по флотации золота из золотоносных концентратов также с большим экономическим эффектом [7-9].

Таким образом подтверждается, что на рынке высокорентабельных и дорогих ацетиленовых продуктов, каким является ТМДД, даже небольшие или новые компании могут занять свою нишу, представляя конкуренцию крупным игрокам и долго работающим на этом рынке компаниям. Поэтому наиважнейшим шагом со стороны правительства Казахстана должен быть разработан четкий регламент финансирования быстрого перевода научно-исследовательских работ в промышленные технологии с высоким экономическим эффектом.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

- 1 Б.А. Трофимов, Н.К. Гусарова, Ацетилен: новые возможности классических реакций // Успехи химии. РАН, ИОХ им. Зелинского). – 2007. – №76 (6). – С. 550-570.
- 2 Меркулов В.В., Ряполов О.А., Мантлер С.Н., Меркулова Е.В. Экономическая привлекательность новых ацетиленовых технологий // Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 5-2. – С. 183-186.
- 3 Tetramethyldecinediol (TMDD) Market 2019 With Top Countries Data : Global Industry Trends, Market Size, Growth, Segmentation, Future Demands, Latest Innovation, Sales Revenue by Regional Forecast to 2025. MarketWatch, Inc. – July 17, 2019.
- 4 Релиз компании Chongqing ACME Tech. Co., Ltd. (ACME). 2019.
- 5 BASF Factbook. – July 17, 2019.
- 6 Ecomed sicherheit, Verlagsgruppe Hüthig Jehle Rehm GmbH. – 2019. – P.28-31.
- 7 Инновационный патент РК № 29740. 3,6-ДИМЕТИЛ-3,6-ДИГИДРОКСИОКТИН-4/

**Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

Алмазов А.И., Арбузов В.А., опубл. 27.02.2014.

8 Меркулов В.В., Алмазов А.И., Мантлер С.Н. Перспективный метод синтеза диметилдиэтилбутиндиола // Успехи современного естествознания. – 2017. – № 10. – С. 18-22.

9 Меркулов В.В., Алмазов А.И., Мантлер С.Н., Жуманазарова Г.М. Синтез непредельного ацетиленового спирта – диметилдигексилбутиндиола // Современные наукоемкие технологии. – 2019. – № 3-1. – С. 54-59.

В.В. Меркулов, А.И. Алмазов, Г.С. Арбуз, О. А. Ряполов

**Винилдеу үдерістерінің даму болашағы**

**Аңдатпа.** Мақала ацетилен химиясы саласындағы зерттеулерге, атап айтқанда винилдеу процестеріне арналды. Ацетилен технологиясын дамыту мәселесінің өзектілігі көрсетіліп, ацетилен өндіруге арналған шикізат түрлері мен оның қолдану аясы қарастырылды. Жаһандық сату нарықтарына мониторинг жүргізіліп, оның ішінде 5 әлемдік көшбасшылар анықталды - BASF, Biyong Industries, DuPont, Dow Chemical, Bekman-Kenko және олардың қызметіне салыстырмалы талдау жүргізілді. Сонымен қатар, Қазақстандағы ацетилен қосылыстары химиясының даму перспективасы көрсетілді.

**Түйін сөздер:** ацетилен, ацетилен спирті, тетраметилдециндиол, флотореагент, жоғары рентабельділік.

V. Merkulov, A. Almazov, G. Arbuz, O. Ryapolov

**Perspective of development of vinylation processes**

**Abstract.** The article is devoted to research in the field of acetylene chemistry, in particular vinylation processes. The urgency of the problem of developing acetylene technologies is shown. The types of raw materials for producing acetylene and the spectrum of its application are considered. Monitoring of global sales markets was carried out, among which 5 world leaders were determined - BASF, Biyong Industries, DuPont, Dow Chemical, Bekman-Kenko and a comparative analysis of their activities was carried out. Monitoring of world markets and prospects of development of acetylene compounds chemistry in Kazakhstan was carried out.

**Key words:** acetylene, acetylene alcohol, tetramethylbenzyl, flotation agent, high profitability.

**Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

МРНТИ 31.21.21

В.В. МЕРКУЛОВ<sup>1</sup>, А.И. АЛМАЗОВ<sup>1</sup>, С.Н. МАНТЛЕР<sup>2</sup><sup>1</sup>(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)<sup>2</sup>(Международный научно-производственный холдинг «Фитохимия», г. Караганда, Казахстан)**МЕТОДИКА СИНТЕЗА ПРОИЗВОДНЫХ ОКСИХИНОЛИНА С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ ПРОТИВОМИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ**

**Аннотация.** Статья посвящена исследованиям в области синтеза производных оксихинолина, в частности, производных оксихинолина и малеинового ангидрида. Проведен патентно-информационный поиск, найден ряд препаратов, выпускаемых на основе производных оксихинолина и обладающих антипротозойным, антимикробным и антисептическим действием, используемых самостоятельно или в составе с другими действующими веществами. Разработана методика синтеза новых производных в среде нефтяного дистиллята с применением серной кислоты в качестве катализатора. Получено водорастворимое сложно-эфирное производное, строение которого установлено на основании данных ИК-, УФ-, ЯМР-спектроскопии. По аналогии с другими производными оксихинолина и результатам прогноза в программе PASS, для полученного производного будет характерно антигрибковое действие.

**Ключевые слова:** оксихинолин, малеиновый ангидрид, противомикробные средства, антисептик, ЯМР-спектроскопия.

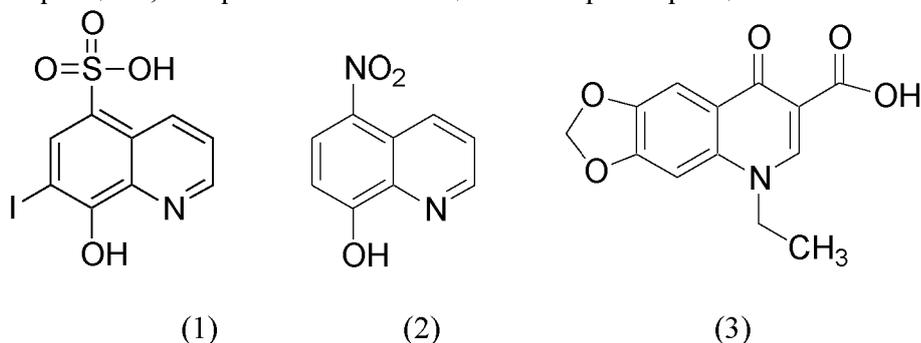
Препараты, относящиеся к группе производных оксихинолина, обладают значительной антимикробной активностью. Они высокоэффективны при острых бактериальных инфекциях, в том числе при заболеваниях, трудно поддающихся лечению другими антимикробными средствами. Наибольшая активность препаратов проявляется в отношении грамположительных, а также некоторых грамотрицательных бактерий и простейших [1].

Антимикробное действие препаратов данной группы основано на избирательном ингибировании синтеза ДНК микробной клетки. Кроме того, они понижают активность ряда внутриклеточных ферментов микроорганизмов, следствием чего является нарушение функционирования генетического аппарата микробной клетки и изменение структур, связанных с осуществлением функции факторов патогенности. Дополнительно под их воздействием изменяется проницаемость мембран клеточной стенки микроорганизмов. Применяют препараты этих групп в качестве химиотерапевтических и антисептических средств [1].

По ряду свойств и практическому использованию препараты оксихинолина отличаются друг от друга. Наиболее существенны различия в их фармакокинетике. Так, противопротозойный препарат «Хиниофон» (действующее вещество 8-гидрокси-7-йод-5-хинолинсульфоновая кислота (1)) в незначительной степени всасывается из желудочно-кишечного тракта и вследствие этого при пероральном применении накапливается в просвете кишечника в высоких концентрациях. Некоторые препараты из числа оксихинолинов, например противомикробные препараты «Нитроксолин» (действующее вещество 5-нитро-8-хинолинол (2)) и «Оксолиниевая кислота» (действующее вещество 5-этил-5,8-дигидро-8-оксо-1,3-диоксо[4,5-g]хинолин-7-карбоновая кислота (3)), после приема внутрь легко всасываются из желудочно-кишечного тракта в кровь и в значительных количествах выделяются из организма с мочой в неизменном виде.

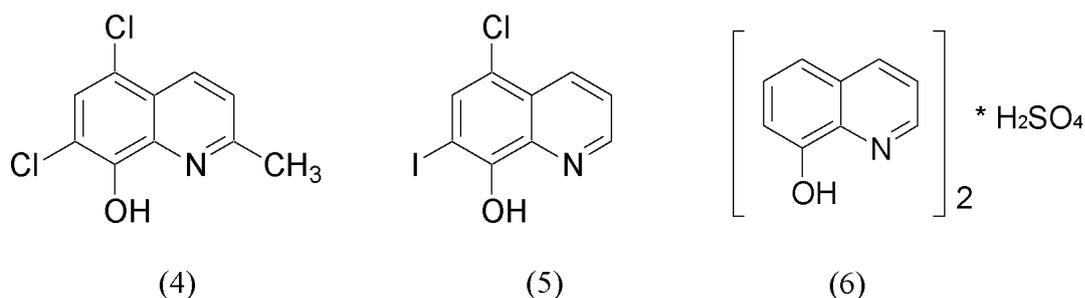
**Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

В связи с указанными различиями фармакокинетики плохо всасывающиеся из желудочно-кишечного тракта оксихинолиновые препараты эффективны, главным образом, при кишечных инфекциях, а хорошо всасывающиеся — при инфекциях мочевых путей.



Показания к применению отдельных оксихинолиновых препаратов неодинаковы. Например, «Хиниофон» используют в основном для лечения амёбной дизентерии и иногда — в комплексной терапии неспецифического язвенного колита. При амёбной дизентерии хиниофон применяют вместе с противоамёбными средствами (эметина гидрохлоридом, тетрациклинами), действующими на амёб, паразитирующих в стенке кишечника, т.к. он проявляет активность только в отношении амёб, находящихся в просвете кишечника. Действующее вещество антимикробного препарата «Хлорхинальдол» - 5,7-дихлор-2-метил-8-хинолинол (4) также подавляет рост оппортунистических микроорганизмов при дисбактериозе, не всасывается в кишечнике и не влияет на его нормальную микрофлору. «Нитроксолин» и «Оксолиниевую кислоту» используют при пиелитах, пиелонефритах, циститах, уретритах, простатитах и для профилактики инфекционных осложнений после операций на почках и мочевых путях или после диагностических манипуляций (катетеризации мочевых путей, цистоскопии) [2,4].

Многие оксихинолиновые препараты используются для наружного применения в качестве антисептиков, т.к. они обладают широким спектром антимикробного действия. Так, «Хиниофон» как антисептик применяют для лечения гнойных ран, язв, ожогов и для промываний и спринцеваний в гинекологической и урологической практике. Действующее вещество антибактериальных и антипротозойных препаратов «Энтеросептол» и «Клиохинол» - 5-хлоро-7-йодо-хинолин-8-ол (5) совместно с глюкокортикоидами входит в состав ряда официальных мазей (например, мази «Дермозолон»), используемых для лечения инфицированных экзем, гнойничковых и грибковых заболеваний кожи. Действующее вещество препарата «Хинозол» - сульфат оксихинолина (6) может применяться для дезинфекции рук и спринцеваний, промывания ран, язв и др. Кроме того, он обладает сперматоцидным действием, в связи с чем используется как противозачаточное средство (в составе официальных вагинальных суппозиториев «Контрацептин Т») [1,2].



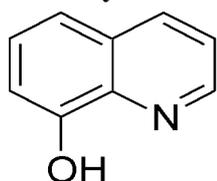
Авторами работы [6] установлено, что, 7-[(4-хлорфенил)] [(3-гидроксипиридин-2-ил)]

## Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

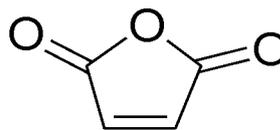
амино] метил} хинолин-8-ол (адаптахин) является специфическим ингибитором фермента пролилгидроксилазы и проявляет нейропротекторные свойства в клеточных моделях окислительного стресса и в моделях геморрагического инсульта *in vivo*.

В связи с вышесказанным, научные исследования в области синтеза производных оксихинолина являются на данный момент весьма **актуальными**.

По результатам патентно-информационного поиска не было найдено производных, являющихся продуктами взаимодействия 8-оксихинолина (7) и малеинового ангидрида (8), что подтверждает **научную новизну** данного исследования.



(7)



(8)

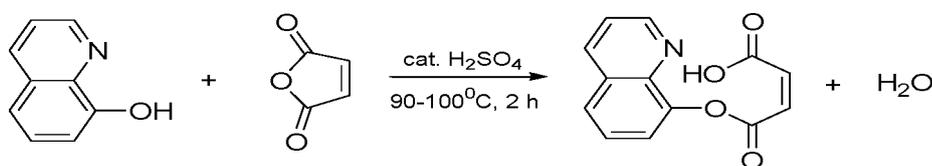
8-оксихинолин - гетероциклическое органическое соединение состава  $C_9H_7NO$ , представляющее собой светло-жёлтые кристаллы с т.пл. 75- 76°C и т.кип. 267°C хорошо растворимые в органических растворителях (в хлороформе 382 г/л, в бензоле 319 г/л, в изоамилацетате 174 г/л, этиловом эфире 96 г/л), в щелочах и кислотах, плохо растворимые в воде (около 0.53 г/л при pH=7.2).

Оксихинолин является мало избирательным групповым реагентом благодаря своей способности образовывать кристаллические внутрикомплексные соли (хелаты) более чем с 40 катионами металлов, многие из которых малорастворимы в водных растворах (уксусной кислоты, аммиака и др.). Он используется на практике для определения и разделения ряда металлов (Al, Zn, Cd, Mg и др.), при этом гидроксихинолинаты различных металлов отличаются окраской и могут быть определены фотометрически. Хорошая их растворимость в хлороформе используется для экстрационно-фотометрического определения ряда элементов. Некоторые гидроксихинолинаты (например,  $(C_9H_6ON)_2Cu$ ) применяют в качестве фунгицидов и антисептиков амёбocидного и наружного действия. Комплекс 8-оксихинолина с алюминием используется для изготовления органических светодиодов (OLED), а вариации заместителей в хинолиновом ядре позволяют получать материалы с различными люминесцентными свойствами [2].

Малеиновый ангидрид — органическое соединение состава  $C_4H_2O_3$ , представляющее собой бесцветное или белое твёрдое вещество с т.пл. 52.8°C и т.кип. 202°C растворимое в воде и ограниченно растворимое в ацетоне, бензоле, ксилоле, толуоле, хлороформе, диоксане и этилацетате.

За счет высокой реакционной способности и наличия двух функциональных групп химические свойства малеинового ангидрида чрезвычайно разнообразны. При его взаимодействии с водой образуется малеиновая кислота (цис- $HO_2CCH=CHCO_2H$ ), со спиртами - неполные эфиры (цис- $HO_2CCH=CHCO_2CH_3$ ). Он является очень активным диенофилом в реакциях Дильса-Альдера, реагирует с абиетиновой кислотой и её эфирами [5].

Взаимодействие малеинового ангидрида с оксихинолином происходит в присутствии концентрированной серной кислоты (в качестве катализатора) по следующей схеме:



## Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

## Экспериментальная часть

В трехгорлую колбу емкостью 0,5 л, снабженную механической мешалкой с ртутным затвором и капельной воронкой, загружали 100 мл нефтяного дистиллята и 5 г оксихинолина. Малеиновый ангидрид растворили в 20 мл нефтяного дистиллята и добавляли в реакционную смесь при постоянном перемешивании. Затем реакционную массу при перемешивании нагрели до температуры 90-100<sup>0</sup>С и прикапывали при помощи капельной воронки 1,5 мл концентрированной серной кислоты. Наблюдалось образование продуктов реакции желтого цвета, не растворимых в органическом растворителе. Время синтеза составило 2 часа.

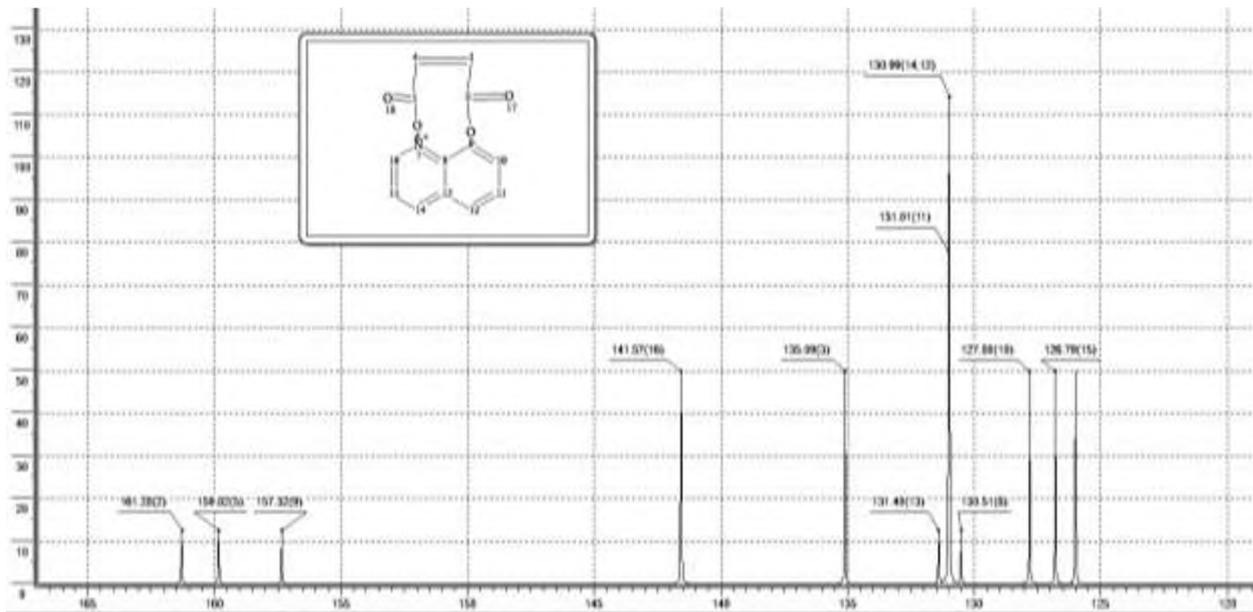


Рисунок 1. Спектр <sup>13</sup>С ЯМР продукта взаимодействия оксихинолина и малеинового ангидрида

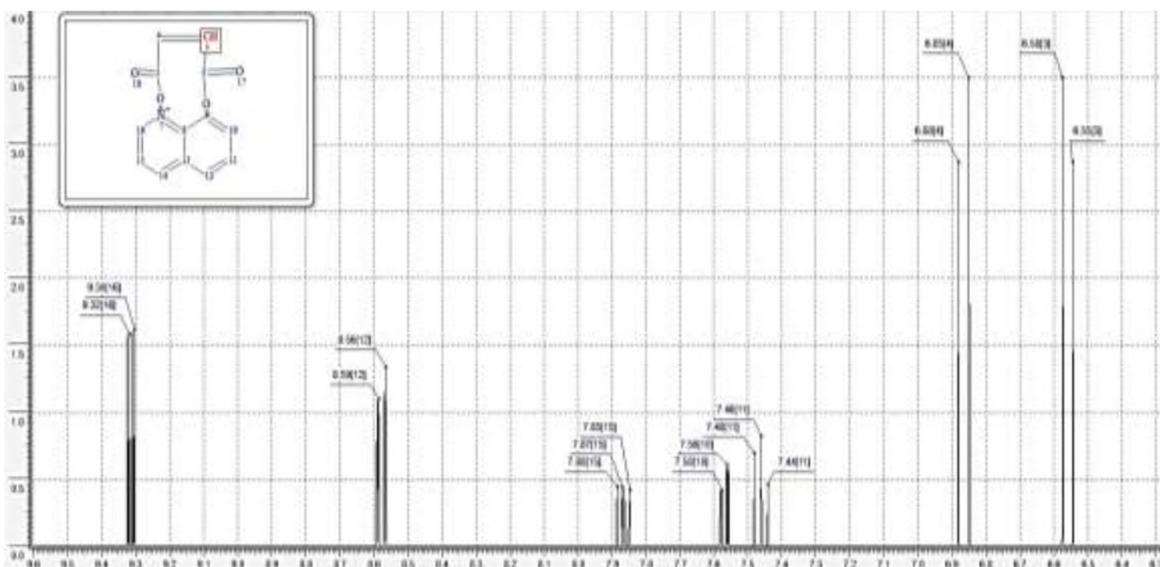


Рисунок 2. Спектр <sup>1</sup>Н ЯМР продукта взаимодействия оксихинолина и малеинового ангидрида

**Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

После завершения синтеза в колбу вливали 100 мл дистиллированной воды. Происходило обесцвечивание органического слоя в результате перехода продуктов реакции в водную фазу. Полученную массу помещали в делительную воронку для расслаивания. Водный слой сливали и сушили в вакуумном сушильном шкафу при температуре 60<sup>0</sup>С и вакууме минус 0,7 МПа. После высушивания на дне выпарной чаши образовывался осадок желто-зеленого цвета с игольчатой структурой. Для очистки полученное вещество дважды промывали гексаном (2×50 мл). Выход продукта составил 90%.

Полученное вещество имеет температуру плавления 110-115<sup>0</sup>С, не растворимо в неполярных растворителях, но хорошо растворимо в дистиллированной воде, этиловом и метиловом спирте.

В УФ-спектре ( $\lambda$ , нм; этанол) наблюдаются максимумы интенсивного поглощения в области 203 ( $\lg \epsilon$  1.626) и 242 ( $\lg \epsilon$  1.696), относящиеся к  $\pi$ — $\pi^*$ -переходу электронов ароматической системы (как в бензоле и пиридине).

В ИК-спектре ( $\nu$ , см<sup>-1</sup>, КВг) присутствуют полосы поглощения при 3138 (валентные колебания СН-связей), 1702 (С=О), 1623 (валентные колебания С=N), 1599, 1548, 1490 и 1424 (ароматическое кольцо), 1317 см<sup>-1</sup> (валентные колебания ароматических третичных аминов).

Для идентификации и установления структуры полученного вещества были сняты <sup>1</sup>Н (400 МГц, D<sub>2</sub>O) и <sup>13</sup>С ЯМР спектры на спектрометре JNM-ECA-400 и анализированы одномерным методом ЯМР-спектроскопии (рис. 1 и 2).

Таким образом, в результате эксперимента с хорошим выходом (90%) получено производное оксихинолина и малеинового ангидрида, которое по данным проведенного патентно-информационного поиска является новым водорастворимым производным оксихинолина. Строение полученного соединения установлено методами УФ-, ИК- и ЯМР-спектроскопии. По аналогии с другими производными оксихинолина и данным прогнозирования биологической активности в программе PASS оно будет оказывать антигрибковое действие. Хорошая растворимость данного соединения в воде способствует его биодоступности и имеет большое значение для производства лекарственных препаратов на его основе.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

- 1 Химическая энциклопедия. Т.3. Под ред. Кнунянца Л.И. — М.: Большая российская энциклопедия, 1992. — 361 с.
- 2 Montes V.A., Pohl R., Shinar J., Anzenbacher P. Effective Manipulation of the Electronic Effects and Its Influence on the Emission of 5-Substituted Tris(8-quinolinolate) Aluminum(III) Complexes // Chemistry - A European Journal. - 2006. - Vol. 12, No. 17. - P.4523-4535. DOI: 10.1002/chem.200501403
- 3 Виноградов А.В., Елинсон С.В. 8-Оксихинолин. — М.: Наука, 1979. — 379 с.
- 4 Малая медицинская энциклопедия: в 6-ти т. РАМН. Т.4. Нефротомия — Почечная недостаточность / Гл. ред. В.И. Покровский. — М.: Медицина, 1996. — 576 с. ISBN 5-225-02819-5.
- 5 Химическая энциклопедия. Т. 2 (Даф-Мед) / Гл. ред. И.Л. Кнунянц. — М.: Советская энциклопедия, 1990. — 671 с. — ISBN 5-82270-035-5.
- 6 Gaisina I.N., Khristichenko A.Y., Gaisin A.M., Smirnova N.A., Gazaryan, I. G., Poloznikov A.A. Antihypoxic activity of adaptaquin enantiomers // Russian Chemical Bulletin. — 2018. — Vol. 67, No 12. — P. 2320–2322

**Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

В.В. Меркулов, А.И. Алмазов, С.Н. Мантлер

**Микробқа қарсы жаңа препараттарды алу мақсатында оксихинолин туындысын синтездеу әдістемесі**

**Аңдатпа.** Мақала оксихинолин туындыларының синтезіндегі зерттеулерге, атап айтқанда оксихинолин мен малеин ангидридінің туындыларына арналған. Патенттік ақпараттық іздеу жүргізіліп, оксихинолин туындылары негізінде шығарылатын, антипротозоальды, антимикробтық және антисептикалық әсері бар, жалғыз немесе басқа белсенді заттармен бірге қолданылатын бірқатар препараттар табылды. Мұнай дистиллятында күкірт қышқылын катализатор ретінде қолданып, жаңа туындыны синтездеу әдісі жасалды. Құрылымы ИК, УФ, ЯМР спектроскопиясының негізінде құрылған суда еритін күрделі эфир туындысы алынды. Оксихинолиннің басқа туындылары және PASS бағдарламасындағы болжам нәтижелері бойынша алынған туынды фунгицидтік әсерімен сипатталады.

**Түйін сөздер:** оксихинолин, малеин ангидриді, микробқа қарсы агенттер, антисептик, ЯМР спектроскопиясы.

V. Merkulov, A. Almazov, S. Mantler

**Synthesis of oxyquinoline derivatives for the purpose of obtaining new anti-microbial drugs**

**Abstract.** The article is devoted to research in the synthesis of hydroxyquinoline derivatives, in particular, hydroxyquinoline derivatives and maleic anhydride. A patent information search was carried out, a number of drugs were found that are produced on the basis of hydroxyquinoline derivatives and have antiprotzoal, antimicrobial and antiseptic effects, used alone or in combination with other active substances. A technique has been developed for the synthesis of new derivatives in the medium of petroleum distillate using sulfuric acid as a catalyst. A water-soluble ester derivative is obtained, the structure of which is established on the basis of IR, UV, and NMR spectroscopy. By analogy with other oxyquinoline derivatives and the results of the forecast bioactivity in the PASS program, the obtained derivative will be characterized by antifungal action.

**Key words:** oxyquinoline, maleic anhydride, antimicrobial agents, antiseptic, NMR spectroscopy.

**Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

МРНТИ 65.65.01

Б.А. БАЙЖИГИТОВА<sup>1</sup>, М.Б. ИСАБАЕВА<sup>1</sup>, Б.И. ТУЛЕУОВ<sup>2</sup>, Г.С. АРБУЗ<sup>3</sup><sup>1</sup>(Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда, Казахстан)<sup>2</sup>(Международный научно-производственный холдинг «Фитохимия», г. Караганда, Казахстан)<sup>3</sup>(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)**СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИОКСИДАНТОЙ АКТИВНОСТИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АНТИОКСИДАНТА «NOVASOL ® СТ»**

**Аннотация.** Изучено окисление исходных для дальнейших исследований растительных масел в присутствии промышленного антиоксиданта «Novasol ® СТ». Установлено, что в условиях индукционного периода (12 суток), антиоксидант действует более эффективно в отношении подсолнечного масла.

**Ключевые слова:** подсолнечное и рапсовое масло, жирные кислоты, перекисное число, антиоксидантная активность, «Novasol ® СТ».

Многие пищевые продукты в процессе их производства, переработки и хранения подвергаются окислению кислородом воздуха. При этом в них накапливаются некоторые токсичные метаболиты, резко снижается их биологическая ценность, ухудшаются физико-химические и органолептические свойства и приводит к уменьшению сроков их хранения. Известно также, что основными критериями их окисленности служат показатели: перекисное и кислотное числа.

В этом плане, пищевые жиры и растительные масла из-за особенностей их химической структуры также нестойкие в хранении и легко подвергаются окислению.

Известно, что многие органические соединения могут окисляться по свободно радикальному механизму, однако, эффективно окисляется ненасыщенные жирные кислоты жиропродуктов, что делает их особо уязвимыми при промышленном применении [1]. Развитие окислительных процессов приводит к образованию веществ перекисной природы, карбонильных соединений (альдегидов, кетонов), низкомолекулярных и оксикислот. В результате этого жиры и растительные масла также теряют свою пищевую и физиологическую ценность, становятся токсичными и приводят к развитию ряда опасных заболеваний таких как сердечно-сосудистые, онкологические, и старению [2].

В настоящей работе объектами наших исследований являются подсолнечное и рапсовое масла, которые являются промышленными источниками многих жиропродуктов, производимые в цехе рафинации АО «Евразиян Фудс».

Рапсовое масло- извлекают из семян масличного рапса *Brassica napus* L. семейства *Brassicaceae* и в настоящее время является одним из наиболее распространенным в мире растительных масел наравне, подсолнечным и соевым маслом.

Следует отметить, что особенностью жирнокислотного состава рапсового масла является высокое содержание эруковой кислоты (C<sub>22:1</sub>) и глюкозинолатов, вызывающие сердечно –сосудистые заболевания.

Рапсовое масло (канола) является зарегистрированной маркой канадской организацией *Canola Council of Canada*, полученного из культур рапса, *Brassica napus* и *Brassica campestris*. В США Управлением по контролю качества пищевых продуктов и лекарственных препаратов (Food and Drug Administration –FDA) присвоено рапсовому маслу с низким

**Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

содержанием эруковой кислоты (*low erucic acid rapeseed oil- LEAR oil*) статус GRAS (*Generally Recognized as Safe* – признанный безопасным).

Таким образом, товарное каноловое (рапсовое) масло с низким уровнем насыщенных жирных кислот, содержащее не более 2,0 % эруковой кислоты и эссенциальные жирные кислоты  $\omega$ -6 и  $\omega$ -3, считается маслом, полезным для здоровья человека [3].

Кроме того рапсовое масло содержит  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - токоферолы, которые являются не только эндогенными антиоксидантами, но и витамином E.

В настоящее время в Республике Казахстан семенами рапса засеваются примерно 12% посевных площадей, отведенных под масличные культуры в отличие от семян подсолнечника -38% и занимает четвертое место после семян льна-кудряша и сафлоры -32 %, 13% соответственно, опережая лишь соевых бобов -5%.

Для продолжения ранее проведенных работ, мы исследовали окисление подсолнечного и рапсового масел, применяемого в промышленном производстве, в сравнении с окислением подсолнечного (рафинированное, дезодорированное) и рапсового масел (рафинированное, дезодорированное) с добавлением в качестве антиокислителя промышленного антиоксиданта «Novasol ® СТ» с составом: эмульгатор (E 432), антиокислитель (E 300), вода очищенная и антиокислитель (E 306)<sub>2</sub> [4-7].

Все анализируемые растительные масла, согласно упаковке, не содержали пищевых добавок (консервантов, витаминов, антиоксидантов и др.), которые могли бы повлиять на окислительные процессы. До начала опытов масла хранили в холодильнике. Значение перекисного числа определяли у масел, находящихся в условиях, провоцирующих окисление (T=20°C, свободный доступ воздуха и света). Измеряли исходное перекисное число всех проб растительных масел, в дальнейшем проводили его определение через каждые 3 дня в течение 12 суток.

Исходное значение перекисного числа у исследуемых образцов было следующим: масло подсолнечное -0 ммоль O<sub>2</sub> /кг, масло рапсовое -2,88 ммоль O<sub>2</sub> /кг; масло подсолнечное с «Novasol ® СТ» 0 ммоль O<sub>2</sub> /кг, масло рапсовое с «Novasol ® СТ» 2,76 ммоль O<sub>2</sub> /кг. Физико-химические данные подсолнечного и рапсового масел представлены в таблице.

Таблица 1. Физико-химические данные подсолнечного и рапсового масел

Дата	Время	T °C	Наименование сырья	Наименование антиоксиданта	Кислотное число, мгКОН/г	Перекисное число, ммоль 1/2 O	Влага, %	Органолептика
15.11.19	23:00	+20	Масло подсолнечное	отсутствует	0,2	0	0,01	вкус чистый, без постороннего запаха
15.11.19	23:15	+20	Масло рапсовое	отсутствует	0,1	2,88	0,01	вкус специфический, посторонний запах
15.11.19	23:25	+20	Масло подсолнечное	NOVASOL СТ	0,2	0	0,01	вкус чистый, без постороннего запаха

**Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

Продолжение таблицы 1

15.11.19	23:30	+20	Масло рапсовое	NOVASOL CT	0,1	2,76	0,01	вкус специфический, посторонний запах
18.11.19	13:50	+8	Масло подсолнечное	отсутствует	0,24	0,23	0,01	вкус чистый, без постороннего запаха
18.11.19	14:00	+20	Масло подсолнечное	отсутствует	0,3	0,54	0,01	вкус чистый, без постороннего запаха
18.11.19	14:15	+8	Масло рапсовое	отсутствует	0,12	3	0,01	вкус специфический, посторонний запах
18.11.19	14:30	+20	Масло рапсовое	отсутствует	0,16	3,22	0,01	вкус специфический, посторонний запах
18.11.19	15:00	+8	Масло подсолнечное	NOVASOL CT	0,24	0,15	0,01	вкус чистый, без постороннего запаха
18.11.19	15:15	+20	Масло подсолнечное	NOVASOL CT	0,29	0,34	0,01	вкус чистый, без постороннего запаха
18.11.19	15:30	+8	Масло рапсовое	NOVASOL CT	0,12	3,54	0,01	вкус специфический, посторонний запах
18.11.19	15:45	+20	Масло рапсовое	NOVASOL CT	0,16	3,78	0,01	вкус специфический, посторонний запах
22.11.19	13:00	+8	Масло подсолнечное	отсутствует	0,3	1,23	0,01	вкус чистый, без постороннего запаха
22.11.19	13:15	+20	Масло подсолнечное	отсутствует	0,32	2,3	0,01	вкус чистый, без постороннего запаха

**Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

Продолжение таблицы 1

22.11.19	13:45	+8	Масло рапсовое	отсутствует	0,15	3,24	0,01	вкус специфический, посторонний запах
22.11.19	14:00	+20	Масло рапсовое	отсутствует	0,2	3,53	0,01	вкус специфический, посторонний запах
22.11.19	14:15	+8	Масло подсолнечное	NOVASOL CT	0,24	0,83	0,01	вкус чистый, без постороннего запаха
22.11.19	14:30	+20	Масло подсолнечное	NOVASOL CT	0,29	1,12	0,01	вкус чистый, без постороннего запаха
22.11.19	14:45	+8	Масло рапсовое	NOVASOL CT	0,12	3,71	0,01	вкус специфический, посторонний запах
22.11.19	15:15	+20	Масло рапсовое	NOVASOL CT	0,16	4,1	0,01	вкус специфический, посторонний запах
27.11.19	14:00	+8	Масло подсолнечное	отсутствует	0,3	1,84	0,01	вкус чистый, без постороннего запаха
27.11.19	14:15	+20	Масло подсолнечное	отсутствует	0,34	3,45	0,01	вкус чистый, без постороннего запаха
27.11.19	14:30	+8	Масло рапсовое	отсутствует	0,16	4,02	0,01	вкус специфический, посторонний запах
27.11.19	14:45	+20	Масло рапсовое	отсутствует	0,24	5,3	0,01	вкус специфический, посторонний запах
27.11.19	15:15	+8	Масло подсолнечное	NOVASOL CT	0,26	2,21	0,01	вкус чистый, без постороннего запаха

## Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

Продолжение таблицы 1

27.11.19	15:30	+20	Масло подсолнечное	NOVASOL CT	0,29	5,1	0,01	вкус чистый, без постороннего запаха
27.11.19	15:35	+8	Масло рапсовое	NOVASOL CT	0,22	4,12	0,01	вкус специфический, посторонний запах
27.11.19	15:45	+20	Масло рапсовое	NOVASOL CT	0,28	4,5	0,01	вкус специфический, посторонний запах

Дальнейшую деструктуризацию жирных кислот и появление перекисных соединений у исследуемых образцов, вероятно, объясняет повышение температуры. Но в условиях окисления рапсовое масло показало самое быстрое увеличение содержания пероксидов. Уже на третий день оно повысилось у рапсового масла от 2,88 до 3,22 ммоль  $O_2$ /кг, у рапсового масла с антиоксидантом «Novasol ® CT» от 2,76 до 3,78 ммоль  $O_2$ /кг. Подсолнечное масло и подсолнечное масло с «Novasol ® CT» характеризовались более существенным периодом индукции, прежде чем происходило увеличение содержания перекисей (рисунок).

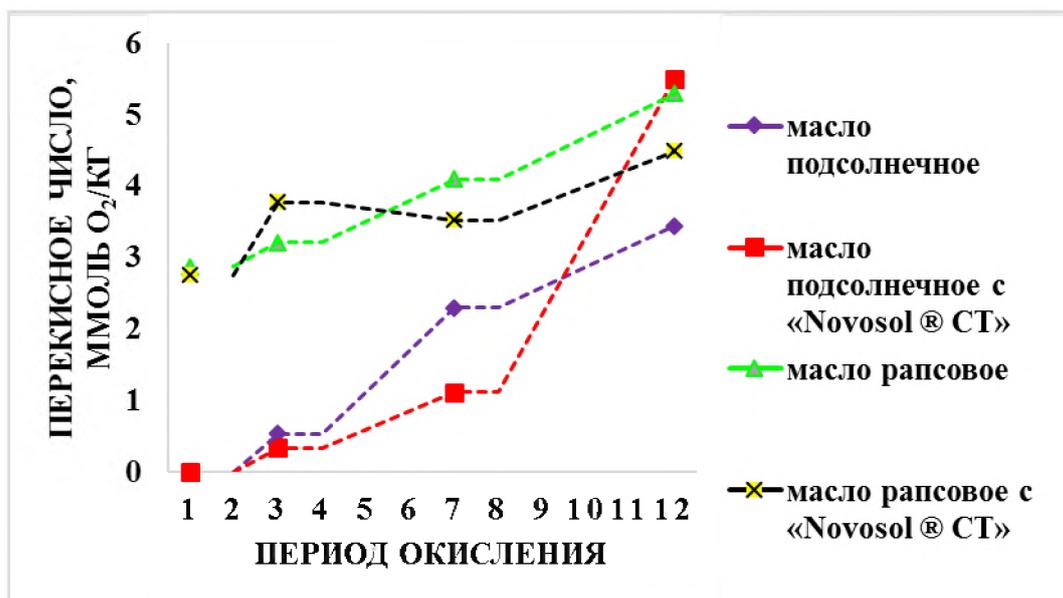


Рисунок 1. Изменение перекисного числа исследуемых образцов

В одинаковых условиях рапсовое масло начало окисляться активнее чем подсолнечное масло. В рапсовом масле содержатся преимущественно полиненасыщенные кислоты, а при окислении жиров действие кислорода воздуха направлено на неопределенные двойные связи жирных кислот. Этим объясняется быстрое окисление рапсового масла и рапсового масла с «Novasol ® CT», богатых линолевой ( $C_{18:2}$ ) и линоленовой кислотой ( $C_{18:3}$ ) с содержанием 21,0% и 8,8% соответственно. Кажется парадоксальным, но после двенадцати суток окисления содержание гидропероксидов в маслах даже с антиоксидантом «Novasol ® CT» увеличилось.

**Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что подсолнечное масло более устойчиво к окислению, чем рапсовое масло. Наиболее интенсивное образование пероксидов происходило в комнатной температуре. На основании изложенных результатов можно рекомендовать дальнейшее исследования подсолнечного и рапсового масел с целью эффективного подбора к ним антиоксидантов безвредного растительного происхождения для применения их в качестве натуральных пищевых добавок.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

- 1 Зенков Н.К., Кандалинцева Н.В., Ланкин В.З., Меньшикова Е.Б., Просенко А.Е. Фенольные биоантиоксиданты. Новосибирск: СО РАМН, 2003. -328с.
- 2 Кондратьев Н.Б., Скокан Л.Е., Фунтикова Н.С., Дегтярева Н.А. Использование антиоксидантов в кондитерских изделиях // Пищевая промышленность.- 2003.-№1. -С.50-51.
- 3 Cunstone F. Rapeseed (canola) oil now no. 3 in world //INFORM. -2001.-№ 12. -Р.985.
- 4 Тулеуов Б.И., Бикбулатова А.Б., Сейтеметов Т.С., Тулеуова Г.Х., Кусайнова Д.Д., Адекенов С.М. «Салсоколлин»- перспективный антиоксидант для хранения кулинарных жиров //Фармация Казахстана.- Специальный выпуск.- 2004.-С.55-57.
- 5 Тулеуов Б.И. Флавоноиды солянки холмовой как основа для пищевых добавок, фитопрепаратов и химических трансформаций// Там же.-С.64-67.
- 6 Тулеуов Б.И., Терентьев Е.Ю., Сапарова К.Б., Ли С.З., Калмыков П.С., Адекенов С.М. Жиропродукты нового поколения на основе экзотических масел и природного антиоксиданта «Салсоколлин»// IV Международный Беремжановский съезд по химии и химической технологии, Вестник КазНУ им. Аль-Фараби. - Сер.химия.-Алматы, №4 (36).-2004.- С. 278-281.
- 7 Тулеуов Б.И., Хабаров И.А., Тарлыков П.В., Абдуллабекова Р.М., Назарова А.Ж., Терентьев Е.Ю., Бердин А.Г., Адекенов С.М. Флора Казахстана как перспективный источник новых натуральных антиоксидантов для функциональных жиропродуктов / The 10<sup>th</sup> International Congress PHYTOPHARM 2006. «Actual problems of creation of new medicinal preparation of natural origin», St.-Petersburg, 2006. -Р.326-330.

Б.А. Байжігітова, М.Б. Исабаева, Б.И. Төлеуов, Г.С. Арбуз

**«Novasol ® СТ» антиоксиданты қолданылған өсімдік майларының антиоксиданттық белсенділігін салыстырмалы зерттеу**

**Аңдатпа.** Одан арғы зерттеулер жүргізу нысандары болып табылатын өсімдік майларының тотығуы «Novasol ® СТ» өнеркәсіптік антиоксидантының қатысуында зерттелінді. Тотығудың индукциялық кезеңінде (12 тәулік) антиоксиданттың күнбағыс майына тиімдірек әсер ететіні анықталды.

**Түйін сөздер:** күнбағыс және рапс майлары, май қышқылдары, асқын тотықтар саны, антиоксидантты белсенділік, «Novasol ® СТ».

B. Baizhigitova, M. Isabaeva, B. Tuleuov, G. Arbuz

**Comparative study of antioxidant activity of vegetable oils using antioxidant «Novasol ® ST»**

**Abstract.** Oxidation of initial vegetable oils for further studies in the presence of industrial antioxidant «Novasol ® ST» was studied. It was found that under the conditions of induction period (12 days), the antioxidant acts more effectively against sunflower oil.

**Key words:** sunflower and rapeseed oil, antioxidant activity, fatty acids, peroxide number, antioxidant activity, «Novasol ® ST».

**Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

МРНТИ 87.1

З.С. ГЕЛЬМАНОВА<sup>1</sup>, А.Е. АЛДАБАЕВА<sup>1</sup>, А.К. НУРГАЛИЕВА<sup>1</sup>, А.С. ПЕТРОВСКАЯ<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>(Карагандинский государственный индустриальный университет, Темиртау, Казахстан)

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ В ФОРМИРОВАНИИ И РАЗВИТИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО  
МАРКЕТИНГА**

**Аннотация.** В статье рассматривается необходимость экологической полномасштабной модернизации экономик, внедрение и переход на инновационные экологические технологии.

Определен набор инструментов охраны природной среды по критериям, отвечающим соответствующим требованиям. Предложена система критериев ранжирования экологических приоритетов для природозащитной деятельности промышленных компаний Казахстана в порядке их значимости. Изучен международный опыт становления и развития системы экологического маркетинга. Рассмотрены перспективы развития этого рынка в нашей стране.

**Ключевые слова:** экологический маркетинг, охрана окружающей среды, опыт, развитие, экологически чистые продукты.

Острота и масштабность экологических проблем требует безотлагательного решения, вызывая глубокую озабоченность всего мирового общества. Следует отметить и саммит ООН, посвященный изменению климата нашей планеты, завершился в Париже 12 декабря 2015 г. На этом саммите участие приняли более 40 тысяч делегатов из 196 стран мира. Главным акцентом саммита стало соглашение о приостановлении дальнейшего нагревания атмосферы планеты. В противодействии нагреванию основным политическим инструментом стало принятие странами мира обязательств по сокращению выбросов газов: рост выбросов парниковых газов к 2050 г. должен прекратиться и затем уменьшаться ежегодно [1]. Озвученная к новому экономическому и климатическому устройству на саммите «дорожная карта» предполагает революционные шаги по «декарбонизации» экономики всех стран. Для этого, во-первых, необходима экологическая полномасштабная модернизация экономик развивающихся и развитых стран, внедрение и переход на инновационные экологические технологии; кроме того, во-вторых, необходима реализация экологической политики, направленной на охрану, усиление экологических функций природных систем территорий для поглощения CO<sub>2</sub> из атмосферы Земли и очищении воздуха [2].

Зарубежный опыт свидетельствует о наличии различных подходов к индустриализации: «постиндустриального развития», «традиционной специализации», стратегии «догоняющего развития». Исходя из структуры национальной экономики на данном этапе развития, наиболее подходящей стратегией индустриализации экономики Казахстана является стратегия «традиционной специализации» с опорой на сырьевой сектор с последующим переходом сырьевых производств на более высокие переделы [1,3]. Именно этот лейтмотив должен выступить основой и в процессе развития экологического маркетинга на промышленных предприятиях Казахстана.

В целом, согласно рекомендаций ОЭСР для определения набора инструментов охраны природной среды, в том числе и экологического маркетинга, в первую очередь, необходимо оценить антропогенное воздействие по критериям, отвечающим следующим требованиям[4]:

1. Значимость и полезность для использования, согласно этому критерий должен: обеспечивать возможность страновых или мировых сравнений; отображать характерную картину природной среды, воздействие на нее или общественную реакцию; иметь пороговые

## **Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

и эталонные значения для сравнения и оценки; реагировать на изменения в природной среде и деятельности; быть простым и легким в интерпретации, способным отражать динамику во времени.

2. Аналитический характер, согласно этому критерий должен: иметь возможность включения в экономические, информационные модели и системы прогнозирования; базироваться на выработанных совместно международных стандартах; иметь теоретическое выражение в технических и научных терминах.

3. Измеримость. Показатели должны быть: регулярно обновляемы; получены из официальных документов; доступны или иметь целесообразные затраты на их получение.

Исходя из опыта промышленно-развитых стран, который был использован в ряде стран ЕС, Европы, анализа и обобщения результатов специальных исследований и данных многолетнего мониторинга, осуществленных медицинскими, природоохранными органами и научно-исследовательскими организациями, предложена следующая система критериев ранжирования экологических приоритетов для природозащитной деятельности промышленных компаний Казахстана в порядке их значимости: ущерб здоровью населения, который дифференцируется по различным группам населения и выражается в показателях состояния здоровья и смертности; ущерб для продуктивности природных ресурсов, оценивающийся посредством критериев использования и загрязнения возобновляемых природных ресурсов (лес, воздух, почва, вода и др.); наличие объектов и источников повышенной экологической опасности, что определяется риском возникновения экологических катастроф и аварий, а также превышением уровня антропогенного воздействия на природную среду; необратимый ущерб экосистемам, характеризуемый показателями численности и видового разнообразия флоры и фауны; ущерб комфортности городской среды, который характеризуется влиянием техногенных воздействий на оздоровительные, эстетические, рекреационные и другие качества окружающей среды; ущерб от загрязнения природной среды по отношению к объектам культуры и жизнедеятельности населения, а также производственным мощностям.

Эти критерии легли в основу развития экологической политики Европейского союза [5]:

ужесточение и улучшение исполнения действующего экологического законодательства; расширение экологических прав граждан; соблюдение межрегиональных и национальных интересов стран в области природной среды; развитие природозащитных административных регуляторов рынка ЕС; льготное кредитование и субсидирование экологической трансформации бизнеса; усиление ответственности бизнеса за экологическое состояние окружающей природной территории; воспитание и обучение граждан основам экокультуры, сочетая применение мер дисциплинарного и мотивационного характера и др.

Можно отметить, что усиление жесткости природоохранного законодательства при одновременном создании экономических условий для внедрения малоотходных технологий создали в развитых странах основу для трансформации инструментов традиционного маркетинга в сторону экологического. Экологический маркетинг стал выделяться как самостоятельная служба со своим маркетинговым планом и стратегией.

Если обратиться к международному опыту селективной поддержки металлургической промышленности, то прослеживается тенденция постоянной модернизации оборудования и технологий. Правительствами развитых стран и самими фирмами выделяются средства для проведения НИОКР и внедрения их результатов в производство. Разрабатываются технологии глубокого обогащения руд, повышения технико-экономических показателей доменного, сталеплавильного и прокатного переделов. Широко применяются средства автоматизации и механизации производственных процессов, с целью исключения субъективного фактора.

Большинство развитых стран уже перешли на принципы зеленой экономики. В

## Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

частности, Германия является международным лидером по объемам переработки отходов и использования их в качестве вторсырья, 23% всех патентуемых в мире технологий в сфере экологии и свыше 30% в сфере солнечной и ветроэнергетики приходится на долю немецких компаний. На немецких предприятиях, работающих в зеленом секторе – сферах, так или иначе связанных с охраной природной среды и климата (энергетика, транспорт, переработка и утилизация мусора и др.) работают порядка 2 млн. человек или 4,5 % всего экономически активного населения. Данный показатель имеет тенденцию постоянного роста. «Президент японской компании «Сеть экобизнеса» Макото Андо выделяет 5 ключевых понятий «экобизнеса», или пять R: refine (очистка), reduce (сокращение), recycle (рециклирование), reuse (повторное использование), reconvert energy (реконверсия энергии)».

Сформировав эффективную систему управления качеством окружающей среды, развитые страны сумели существенно улучшить многие экологические параметры.

В настоящее время, активно развивались административные рычаги стимулирования развития экологического маркетинга. Здесь ярким примером может служить внедрение стандартов на рынке экологически чистых товаров США. По сути, это ответ потребителей, ассоциаций и профсоюзов и фермеров на глобальное использование генномодифицированных продуктов, пестицидов, тяжелых химических удобрений. Так, в США в 2002г. в результате 10 лет напряженной работы членов Торговой Ассоциации по органике, сообщества фермеров, поддерживающих идею выращивания экологически чистых продуктов, потребителей и группы служащих правительства были утверждены Национальные Стандарты на органику. Эти стандарты достаточно четко классифицируют категорию «экологически чистые продукты», которые целесообразно, на наш взгляд, принять за основу и в Казахстане:

1. Natural Products (NP) – продукты, состоящие полностью или, по крайней мере, большей частью из ингредиентов природного происхождения, с минимальным количеством химических веществ, искусственных наполнителей и пр. Натуральные продукты включают в себя прежде всего Organic Products (OP)

В октябре 2002 г. в США был принят федеральный закон, в котором устанавливались 4 подвиды ЭЧП: 100% organic – это продукты, произведенные полностью «органическим способом», т. е. исключительно природным образом, из экологически чистых ингредиентов; certified organic – 95% ингредиентов конечного продукта произведено «органическим способом»; made with organic – продукты, содержащие, как минимум, 70% экологически чистых ингредиентов; with organic components – продукты, содержащие менее 70% экологически чистых ингредиентов. Эти ингредиенты обозначены на упаковке продукта.

2. Functional Foods (FF) – это продукты с искусственным добавлением полезных веществ, повышающих защитные функции организма (например, апельсиновый сок с добавлением эхинацеи). FF могут быть произведены неорганическим способом и таким образом не являться ЭЧП, хотя часто это совмещается. Тем не менее сегодня FF – это отдельная ветвь NP, не связанная с органикой.

3. Nutraceuticals – это специальные добавки к пище, повышающие ее питательность, например, витамины. Они обязательно должны быть натурального происхождения.

Пока Казахстан является аутсайдером на рынке ЭЧП, но уже сегодня можно с уверенностью говорить о развитии и больших перспективах этого рынка в нашей стране. Рассматривая казахстанский рынок ЭЧП, целесообразно изначально разделить его на внутренний и внешний рынки. На первоначальном этапе развития внутреннего рынка (его зарождении) совершенно отчетливо проявляется его импортный характер и доминирование мировых игроков, которые предлагают группу ЭЧП премиум класса по высоким ценам. Немногочисленные казахстанские производители ЭЧП, наоборот, в основном занимаются экспортом продукции за рубеж, в первую очередь в Китай.

**Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

Принятие аналогичных национальным стандартам США в Казахстане позволит дать толчок для развития экологического маркетинга у сельскохозяйственных производителей и предприятий пищевой промышленности.

Таким образом, на основе изучения мирового опыта становления и развития системы экологического маркетинга можно выделить основные задачи экологической политики Казахстана: совершенствование законодательной базы, направленное на ужесточение защиты природной среды и развитие рынка экологически чистых продуктов; определение согласованных между государством и бизнес-сообществом обоснованных целевых индикаторов (параметров) модернизации технологии и оборудования (по принципу форсайт-проектов, в настоящее время активно используемых ведущими странами мира); ресурсное обеспечение планируемых процессов (поставленных целей) с приоритетным стимулированием крупномасштабных инвестиций и кредитов в стратегические преобразования промышленности и науки; широкое внедрение экологического менеджмента на производственных предприятиях Казахстана; активное развитие налоговых и неналоговых льгот для предприятий, активно использующих принципы «зеленой» экономики.

Для решения этих задач необходимо разработать и реализовать меры, стимулирующие: развитие выпуска машин и технологического оборудования, обеспечивающего рост производительности труда, энерго- и ресурсосбережение; модернизацию действующих предприятий на инновационной основе и создание новых высокопроизводительных производств путем разработки и внедрения оптимальной стратегии их развития. Внедрение в производство передовых технологий, прогрессивного оборудования, освоение передовых систем управления предприятием, внедрение систем менеджмента качества в соответствии с требованиями мировыми стандартов; развитие внутреннего платежеспособного рынка наукоемкой продукции; разработку технических регламентов и других нормативных документов в области технического регулирования, гармонизированных с прогрессивными мировыми стандартами; улучшение сервисного обслуживания выпускаемой продукции в период всего жизненного цикла изделия до его утилизации (приведение в соответствии с зарубежной практикой и мировыми стандартами); активизацию государственной поддержки экспорта наукоемкой и высокотехнологичной продукции.

Следует найти баланс компромиссов, направленный на улучшение природной окружающей среды как приоритет государства и улучшение конкурентоспособности отечественной продукции как приоритет бизнес - среды (рисунок 1)[6-7].

В рамках совершенствования системы экологических налогов и платежей, по нашему мнению, целесообразно реализовать следующие мероприятия: аккумулировать и использовать по целевому назначению выплаты компании за причиненный экологии ущерб. Частично поступления от штрафов и экологических налогов и платежей возвращать предприятию (с условием, например, строительства или модернизации очистных сооружений). Соответственно, появится заинтересованность предприятий в природозащитных мероприятиях; представлять льготы предприятиям, которые производят продукцию, отвечающую высоким экологическим требованиям. Ведь, с одной стороны, предприятие, переходя на новые технологии, увеличивает затраты на производство, а с другой – при предоставлении ему льгот производит экологически чистые товары с той же себестоимостью, что и вредные; регулирование выбросов со стороны стационарных источников возможно путем развития региональной системы купли-продажи прав на загрязнение, которая является гибким рыночным инструментом, позволяющим рационально использовать ассимиляционный потенциал территории, оптимизировать природоохранные затраты и находить источники финансирования проектов по внедрению наилучших доступных технологий.

## Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»



Рисунок 1. Формирование стратегии развития горно-металлургического комплекса как баланса взаимных интересов государства, бизнес-структур и общества

Для развития и функционирования рынка квот на загрязнение требуется решение следующих задач [8]: определение бюджета квот на загрязнение природной среды территории, подлежащего распределению между предприятиями; документальное оформление квоты на загрязнение природной среды; организация взаимодействия элементов рынка (регулятивно-контрольного органа, предприятий-загрязнителей, биржи квот на загрязнение, банка); разработка схемы движения денежных средств. Однако для повышения эффективности функционирования рынка квот на загрязнение в условиях регионов нашей страны необходимо ужесточение нормативов негативного воздействия на природную среду и повышение ставок платежей за загрязнение.

Хозяйствующие субъекты, осуществляющие природозащитную деятельность, должны получать налоговые привилегии, адекватные размерам недополученной прибыли, а на предприятия, нарушающие нормы природозащитного законодательства, необходимо накладывать налоговые санкции в таком же размере.

Специфика затрат на природозащитную деятельность такова, что хозяйствующий субъект не в состоянии самостоятельно обеспечивать воспроизводство ассимиляционного потенциала без поддержки государства.

К налоговым льготам в области защиты природной среды можно отнести также возможность уменьшения доходов на величину понесенных затрат природозащитного назначения при определении налогооблагаемой базы по налогу на прибыль.

**Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

К ним относятся затраты, связанные с содержанием и эксплуатацией основных средств и иного имущества природозащитного назначения. В том числе: затраты, связанные с формированием санитарно-защитных зон в соответствии с действующими государственными санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами; затраты на приобретение услуг сторонних организаций по приему, хранению и уничтожению экологически опасных отходов, очистке сточных вод; затраты на захоронение экологически опасных отходов; затраты, связанные с содержанием и эксплуатацией очистных сооружений, золоуловителей, фильтров и других природозащитных объектов; платежи за предельно допустимые выбросы (сбросы) загрязняющих веществ в окружающую среду и другие аналогичные затраты.

Эти инструменты налогового и административного механизма позволят создать основу для развития экологического маркетинга в Республике Казахстан.

В заключении стоит отметить, что процент лояльности отечественных потребителей к «зеленым» технологиям и товарам повышается с каждым годом. «Зеленые» предприятия могут использовать стратегию «голубого океана», которая заключается в том, чтобы перестать сражаться на высококонкурентной территории алого океана, а найти (или создать) новые рыночные зоны, в которых не будет необходимости тратить огромные усилия (и немалые средства) для удержания своей доли рынка.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

- 1 Ковалев Ю.Ю. Саммит ООН по климату: новые риски регионального развития //Международные отношения. – 2016.- №1. –С.91-108
- 2 Седаш Т.Н. Экономические инструменты стимулирования природоохранной деятельности: анализ зарубежного опыта //Вопросы экономики. – 2015.№ 7. – С.54-65
- 3 Елкина Л.Г., Вильданова Л.В. Рыночный механизм управления охраной окружающей природной среды // Научное обозрение. - 2013. № 1. - С. 220–226.
- 4 Бобылев С.Н. «Зеленая» экономика для России: новые подходы и индикаторы //Управление эколого-экономическими системами: взаимодействие власти, бизнеса, науки и общества: материалы 12-й Междунар. конф. Российского общества экологической экономики. – Иркутск: Изд-во Ин-та географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2013. – С.13-16
- 5 Маликова Т.Ш., Туктарова И.О., Агадуллина А.Х., Загитова И.Р. Развитие предпринимательского потенциала инструментами экологического менеджмента // ЭВД. 2015. №2 (40). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-predprinimatelskogo-potentsiala-instrumentami-ekologicheskogo-menedzhmenta> (дата обращения: 06.06.2019).
- 6 Зубков А.В. Эко-бизнес: миф или перспектива для российского бизнеса // Российское предпринимательство. – 2013. – Т. 14, № 23. – С. 104-111.
- 7 Татаркин А.И., Некрасов А.А. Теоретико-методологические подходы к оценке стратегий городов - миллионников: роль местного сообщества// Управленец. – 2015. №1. – С. 19-25.
- 8 Копылов И.С. Принципы и критерии интегральной оценки геоэкологического состояния природных и урбанизированных территорий // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 6.-С.6-10.

**Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

З.С. Гельманова, А.Е.Алдабаева, А.К. Нурғалиева, А.С. Петровская

**Экологиялық маркетингтің құрылуы және дамытудағы халықаралық тәжірибе**

**Андатпа.** Мақалада экономиканы толыққанды экологиялық жаңарту, инновациялық экологиялық технологияларды енгізу және көшу қажеттілігі талқыланады. Қоршаған ортаны қорғау құралдарының жиынтығы тиісті талаптарға сәйкес келетін өлшемдерге сәйкес анықталды. Қазақстанның өнеркәсіптік компанияларының қоршаған ортаны қорғау саласындағы қызметінің басымдықтарын олардың маңыздылығы бойынша саралаудың өлшемдер жүйесі ұсынылған. Экологиялық маркетинг жүйесінің қалыптасуы мен дамуының халықаралық тәжірибесі зерделенеді. Біздің елімізде осы нарықтың даму перспективалары қарастырылған.

**Түйін сөздер:** экологиялық маркетинг, қоршаған ортаны қорғау, тәжірибе, даму, экологиялық таза өнімдер.

Z. Gelmanova, A. Aldabaeva, A. Nurgalieva A. Petrovskaya

**International experience in formation and development of ecological marketing**

**Abstract.** The article discusses the need for full-scale ecological modernization of economies, the introduction and transition to innovative environmental technologies. A set of environmental protection tools has been defined according to criteria that meet the relevant requirements. A system of criteria for ranking environmental priorities for environmental protection activities of industrial companies of Kazakhstan in the order of their importance is proposed. The international experience of the formation and development of the environmental marketing system is studied. The prospects for the development of this market in our country are considered.

**Key words:** environmental marketing, environmental protection, experience, development, environmentally friendly products.

---

---

**Раздел 6** | **Экономика.  
Общеобразовательные  
и фундаментальные  
дисциплины**

## **Раздел 6. «Экономика. Общеобразовательные и фундаментальные дисциплины»**

МРНТИ 00.00.08

А.А. МОИСЕЕВ<sup>1</sup>, В.Г. ЧЕРКАШИН<sup>1</sup><sup>1</sup>(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)

### **ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ИНДУСТРИАЛИЗАЦИИ КАЗАХСТАНА В ГОДЫ ПЕРВЫХ ПЯТИЛЕТОК (1928-1942)**

**Аннотация.** Казахстан находится на этапе третьей – инновационно-индустриальной модернизации. Важным для понимания специфики модернизации Казахстана является анализ индустриализации в годы первых пятилеток. В статье рассматриваются особенности, основные факторы и направления индустриализации в республике в довоенный период.

**Ключевые слова:** индустриализация, модернизация, факторы индустриализации, направления индустриализации, промышленность, сырьевая экономика.

Модернизация как понятие, означающее усовершенствование, реформирование, осовременивание, может использоваться в различных смысловых значениях. В социологическом плане термин «модернизация» обычно применяется для обозначения процесса перехода от традиционного (доиндустриального) общества к обществу индустриального типа. Такая модернизация – это не только переход от традиционных форм хозяйства к промышленному производству. Она выступает как комплекс преобразований во всех сферах общества, включает трансформацию всех традиционных структур, отношений и ценностей.

Многие исследователи считают, что в Новое время западные страны пережили органическую первичную модернизацию, которая смыкается с генезисом капитализма, зарождением и становлением буржуазного индустриального общества.

Вторичная или догоняющая модернизация характерна в 20 веке для обществ «второго» и «третьего» мира, которые вступили на путь преобразований значительно позже США, Великобритании и других европейских стран. Зачастую они не имеют тех условий, которые способствовали осуществлению модернизации в западных обществах.

Модернизация имеет общие закономерности и тенденции. В то же время для неё характерны индивидуальные особенности, связанные со спецификой общества и страны, переживающей модернизацию. В любом случае нельзя не признать, что в основе всех модернизационных преобразований лежит прежде всего процесс индустриализации.

Проведение индустриализации невозможно без целого ряда необходимых условий. К числу таких условий могут быть отнесены следующие факторы. Во-первых, наличие соответствующих денежно-финансовых средств. Во-вторых, наличие необходимых сырьевых и энергетических ресурсов. В-третьих, наличие развитых транспортных систем; вначале судоходных (речных, и в большей степени, - морских). Неслучайно, первыми промышленную революцию совершили страны, являвшиеся на тот момент крупнейшими морскими державами (Англия, Голландия, Франция). С 19 века все большее значение приобретают железнодорожные транспортные системы, связавшие различные регионы внутри стран, а также и различные страны между собой, позволив, в том числе, странам, не имеющим выхода к морю, получить доступ к морским портам. В 20 веке с развитием автотранспорта, строительством развитой сети автомагистралей значительно возрастает роль автоперевозок.

В четвертых, объективно необходимым фактором промышленного развития является наличие достаточного количества трудовых ресурсов, численность которых может

## **Раздел 6. «Экономика. Общеобразовательные и фундаментальные дисциплины»**

увеличиваться за счет рабочей силы, высвобождающейся из сельского хозяйства либо в результате обезземеливания крестьян (как это было в Англии), либо в силу индустриализации самого аграрного сектора. Существенным средством увеличения трудовых ресурсов в промышленных центрах или на осваиваемых территориях становятся миграции населения (как добровольные, так и принудительные).

С развитием уровня производительных сил требуется всё более квалифицированная рабочая сила (или то, что сейчас принято называть «человеческим капиталом», без которого развитое и высокоразвитое производство объективно функционировать не в состоянии). Это предъявляет соответствующие требования к уровню развития науки и образования в стране. В трансформируемом обществе немаловажное значение имеют и другие элементы духовно-культурной ситуации. Например, казалось бы, такой отдаленный от индустрии социальный институт как религия. Так, согласно М. Веберу, зарождению индустриально-капиталистического общества в наибольшей степени способствовало возникновение и распространение протестантизма [1]. Действительно, в период промышленной революции католические страны (Испания, Португалия, Италия) значительно отстали от протестантской Европы. Также в качестве важного субъективного фактора модернизации можно указать и на желание и готовность к преобразованиям политических, экономических и сословных элит.

В-пятых, существенным моментом модернизации стран Европы являлось наличие колоний, откуда можно было интенсивно выкачивать сырьевые и иные ресурсы, накапливая необходимый для индустриализации потенциал, обеспечивая производство сырьём. Это позволяет утверждать, что классический вариант модернизации в Европе осуществлялся, во-многом, благодаря эксплуатации и ограблению колоний метрополиями.

При наличии в комплексе большинства из указанных условий индустриализация происходит достаточно интенсивно и в довольно быстрые сроки. Напротив, когда какие-либо факторы не созрели, не являются достаточными, либо вообще отсутствуют, модернизация может быть непоследовательной, частичной, растягиваться на длительный период. Любая страна, вступив в стадию индустриального общества, не может уже останавливаться на достигнутом. В современных условиях модернизация становится перманентной.

В Казахстане модернизация в силу различных причин оказалась растянутой во времени и распадается на ряд этапов. Важным моментом для понимания её особенностей является анализ периода индустриализации республики в годы первых пятилеток. Особенности индустриального развития в Казахстане определялись уровнем природных, экономико-технических и трудовых ресурсов, и наложили отпечаток на весь экономический облик республики, предопределили основные направления развития промышленности, строительства и транспорта не только в 20-30 годы 20 века, но и в последующие периоды истории Казахстана как в советскую, так и постсоветскую эпоху.

Специфика республики в преддверии индустриализации определялась, во-многом, сильной экономической отсталостью и пёстрым сочетанием хозяйственно-экономических укладов. В условиях перехода СССР к индустриализации основные трудности в условиях Казахстана были связаны с нехваткой оборудования и техники, финансовых средств, квалифицированной рабочей силы, слабым развитием (технической отсталостью и крайне неравномерным размещением железнодорожных и водных путей сообщения, а в некоторых регионах-полным отсутствием современных транспортных путей), с недостаточной геологической изученностью территории республики.

Промышленное развитие Казахстана в процессе индустриализации начиналось практически с нулевой отметки, в условиях отсутствия сложившихся крупных производственных баз наподобие Москвы, Донбасса, Приднепровья, Урала, которые стали фундаментом индустриализации всего Союза. Поэтому становление промышленности в

## **Раздел 6. «Экономика. Общеобразовательные и фундаментальные дисциплины»**

Казахстане происходило за счет нового строительства на пустом месте. В силу чего характерной чертой промышленного строительства в СССР, и в особенности – в Казахстане, являлось создание крупнейших предприятий – комбинатов, связанных между собой на основе специализации и кооперирования производственных процессов. Они становились центрами промышленных регионов, выполняли градообразующую роль.

В специфических условиях казахстанской индустриализации наибольшее развитие получили добывающие отрасли: угольная, нефтяная, цветных металлов, составляющие главную специализацию республики во всесоюзном масштабе, обеспечивали союзную промышленность необходимым сырьём, в связи с чем казахстанская экономика приобретала узкую специализацию. Свидетельством сырьевой направленности Казахстана в период индустриализации является интенсивная геологоразведка. Так, в 1928-1929 годах в республике работали только от Геологического управления более 50 поисковых партий. В 1931 году на территории Казахстана работало уже более 140 геологических партий, что привело к открытию новых месторождений угля и цветных металлов [2]. Сырьевая направленность как главная тенденция экономики Казахстана сложилась и развивалась не только в годы довоенной индустриализации, но и после неё, причём не только в советскую эпоху.

Благодаря наличию богатых запасов месторождений и в результате интенсивного развития добывающих отраслей, Казахстан в процессе индустриализации занял по Союзу 2-е место по производству цветных металлов, 3-е по добыче нефти и угля, таким образом став одним из основных поставщиков для машиностроительной, электротехнической, химической и других отраслей промышленности всего Советского Союза.

Создание баз цветной металлургии, угольной и нефтяной промышленности республики (строительство и развитие Карагандинского угольного бассейна, медеплавильного завода на Балхаше, свинцового завода в Чимкенте, цинкового завода в Риддере, освоение нефтеносного Западного региона) в значительной степени зависело от транспортных связей. Поэтому важнейшее значение в 1-й пятилетке приобрело строительство железнодорожных линий Петропавловск – Кокчетав – Акмолинск- Караганда и Туркестанско-Сибирской железной дороги (Турксиб). В результате удельный вес Карагандинской и Турксибской магистралей в железнодорожном грузообороте республики в предвоенные годы составил около 75% [3].

Что касается автотранспорта, то качество автомобильных дорог, а зачастую элементарное их отсутствие, не обеспечивало нормальной эксплуатации автомашин и регулярности автоперевозок [3]. Так, в 1940 году Казахстан с его огромной территорией имел всего 1100 километров автодорог с твёрдым покрытием [4]. Отметим, что положение с автомагистралями является проблемным для республики и на сегодняшний день.

В советский период индустриализация оценивалась как абсолютно позитивный процесс, превративший до того аграрный Казахстан в индустриальный. В настоящее время иногда высказываются и далекие от позитивных утверждения. Критическое отношение к индустриализации выражается, как правило, в сомнениях относительно направлений, способов и методов её проведения. К числу недостатков или минусов индустриализации часто относят как раз ориентацию на сырьевую направленность экономического развития, видя в этом продолжение колониальной политики в отношении окраин, что предопределило узкую специализацию, отсутствие в Казахстане таких отраслей как машиностроение, чёрная металлургия, производство ряда строительных материалов (цемента, стекла) [3].

В целом, развитие добывающей промышленности нельзя расценивать однозначно. Наличие богатых сырьевых запасов и месторождений, их разработка могут иметь и позитивные и негативные результаты для экономики страны. С одной стороны, без наличия достаточных сырьевых и энергетических ресурсов становится проблематичным развитие

## **Раздел 6. «Экономика. Общеобразовательные и фундаментальные дисциплины»**

собственной индустрии, привлечение в неё необходимых финансовых средств. С другой стороны, обладание богатыми ресурсами может порождать соблазн зарабатывать деньги, эксплуатируя собственные недра, т.е. то, что создано природой, а не самим человеком, стремление к сиюминутному обогащению, не задумываясь при этом о развитии других отраслей, не вкладываясь в развитие сложных и высокотехнологичных производств, в инновации.

Примером тому может служить застой и стагнация экономики СССР в 70-80-х годах прошлого столетия, когда деньги («лёгкие нефтедоллары»), получаемые от продажи нефти, расходовались нерационально, не вкладывались в передовые технологии, модернизацию производства, а тратились на приобретение за рубежом потребительских товаров, вместо развития внутреннего производства группы «Б», что позволило бы насытить страну собственными товарами потребления, преодолев товарный дефицит. Примерно таким же образом продолжает функционировать экономика современного Казахстана, вследствие чего её состояние крайне чувствительно к конъюнктуре мирового рынка энергоносителей.

Точка зрения, полагающая, что Казахстан в процессе довоенной индустриализации превратился в сырьевой придаток, в силу чего не развивались другие отрасли, на наш взгляд, не совсем приемлема. Следует осознавать, что республика не являлась самостоятельным субъектом. Она была составной частью единого государства – СССР. Соответственно и экономика этого государства могла функционировать только в качестве общего интегрированного хозяйственного механизма, в котором каждая республика и каждый регион как составные элементы целого имели определенную специализацию.

Даже на сегодняшний день в рамках единого мирового экономического рынка существует узкая специализация. Малые страны объективно не в состоянии развивать диверсифицированную экономику. Как правило, они ориентированы на 1-2 ведущие отрасли, пытаясь в них составить конкуренцию другим.

Что касается замечаний о неравномерности экономического развития различных регионов республики, то данная ситуация не является уникальной. Это закономерная объективная тенденция. Страны, обладающие значительной территорией, части которой различны по зонально-географическим, климатическим и иным условиям, всегда имеют неодинаковый уровень экономического развития. Поэтому даже в таких странах как США, Япония, Китай, Россия имеются регионы с высокоразвитым уровнем производства и есть регионы менее индустриально развитые.

Специфика модернизации СССР в годы первых пятилеток заключалась прежде всего в том, что впервые в мировой практике она осуществлялась не на капиталистической как на Западе, а на социалистической экономической основе. Причём осуществлялась в условиях острейшего дефицита финансовых средств, технического оборудования, отсутствия соответствующих инженерно-технических кадров, квалифицированных трудовых ресурсов. В силу чего избирались и использовались подчас жесткие и неприемлемые, с позиции сегодняшнего времени, методы и способы проведения индустриализации. Так, изыскание необходимых финансовых средств происходило, во-многом, за счёт тотального «ограбления» населения, в первую очередь, основной его массы-крестьянства, что обрекало людей на невероятные лишения и способствовало распространению массового голода в начале 30-х годов. Из-за нехватки техники и оборудования, значительные объемы работ выполнялись посредством тяжелого ручного труда с привлечением низкооплачиваемой неквалифицированной рабочей силы, а затем – и вовсе бесплатного труда заключенных, спецпереселенцев, впоследствии – трудармейцев. Нехватка собственных инженерно-технических кадров компенсировалась практикой приглашения дорогостоящих иностранных специалистов.

## **Раздел 6. «Экономика. Общеобразовательные и фундаментальные дисциплины»**

Спорным, по нашему мнению, можно считать утверждение, ссылающееся на опыт перехода к новой экономической политике (НЭП) в 20-х годах, о том, что «... использование преимуществ частной собственности и рыночных отношений позволяет сразу же и полностью реализовать восстановительный потенциал экономики с последующим продвижением её в режим нарастающего развития» [3]. Прежде всего следует отметить, что в годы НЭП произошло оживление торговой сферы, мелкого товарного производства, развивалась, главным образом, мелкая легкая промышленность. Крупное производство оставалось в руках государства. И далеко не факт, что если бы оно находилось в частной собственности, то модернизация страны в тот период осуществлялась бы столь же высокими темпами.

В сходной ситуации в 90-х годах прошлого столетия в Казахстане, в отличие от периода НЭП, были приватизированы не только малые и средние объекты, но и крупные отрасли - и градообразующие предприятия, которые с момента перехода их в частную собственность вплоть до настоящего времени практически не модернизировались, поскольку это требует значительных финансовых затрат и затрат времени, в чём собственник, ориентированный на получение большей прибыли, не заинтересован. Поэтому ожидаемого существенного прорыва, выхода на новый высокотехнологический уровень производства не произошло. Продолжается эксплуатация имеющихся средств и технологий, созданных в основном еще в советский период.

Бесспорно, что в современных условиях переход к рыночным отношениям и частной собственности позволил в короткие сроки избавиться от дефицита, насытить рынок. Однако это произошло не благодаря развитию внутреннего производства, а за счёт импорта товаров, что совсем не способствует оживлению и развитию собственной промышленности, специализирующейся на выпуске товаров потребления.

Разумеется, можно по-разному оценивать осуществление и результаты форсированной индустриализации предвоенного периода, по-разному относиться к выбранным направлениям и способам её реализации. Очевидным же является тот факт, что основные задачи, поставленные в начале первой пятилетки, многие из которых казались нереальными и невыполнимыми, несмотря на все проблемы и трудности, к началу войны были выполнены.

В связи с реализацией индустриализации СССР в Казахстане активно осуществлялись реконструкция старых и, в особенности, строительство новых предприятий на базе местных источников сырья, а также сооружение новых дополнительных путей сообщения. Итогом развития промышленности республики в предвоенные годы стали 700 новых промышленных и транспортных предприятий. В 1940 году в республике действовало 2,5 тысячи новых и реконструированных в период первых пятилеток крупных промышленных предприятий [3].

В результате этих достижений Казахстан превратился из аграрной в индустриально-аграрную республику. В 1940 году удельный вес промышленности в совокупной продукции народного хозяйства Казахстана достиг 60% против 6,3% в 1920 и 39,5% в 1932 году, т.е. в полтора раза превысив удельный вес сельского хозяйства (40%) [3].

Можно констатировать, что при всех недостатках, упущениях, узких местах, тем не менее был создан прочный экономический потенциал, сыгравший важную судьбоносную роль уже в годы Великой Отечественной войны. Были заложены базисные основы индустрии, определены основные направления и особенности экономики республики, которые получили дальнейшее развитие в послевоенный период, в 60-70-е годы и, во многом, продолжают определять функционирование казахстанской экономики и на современном этапе.

Конечно, модернизация и инновационно-индустриальное развитие в новых условиях коренным образом отличается от сущности, задач и целей довоенной индустриализации. В

## **Раздел 6. «Экономика. Общеобразовательные и фундаментальные дисциплины»**

то же время, правильным будет не огульный отказ от того, что было достигнуто, а объективное изучение опыта индустриализации с учётом всех успехов и всех ошибок. Поэтому историко-теоретическое исследование индустриализации в Казахстане, её особенностей, проблем, факторов и основных направлений на объективной основе имеют актуальное значение и для развития современного казахстанского общества.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Вебер М. Протестантская этика и дух капитализма. – М.: Ист-Вью, 2002. – 352 с.
- 2 История Казахской ССР (с древнейших времен до наших дней).- В 5-ти ТТ., Т, IV, Алма-ата, «Наука», 1977, - 640 с.
- 3 Транспорт и связь СССР. Статистический сборник. – М.:, 1972, с. 246.
- 4 История Казахстана (с древнейших времен до наших дней). – В пяти томах. Том 4. – Алматы: «Атамұра», 2009. – 766 с.

А.А. Моисеев, В.Г. Черкашин

#### **Бірінші бесжылдық кезіндегі қазақстанды индустрияландырудың ерекшеліктері туралы (1928-1942)**

**Аңдатпа.** Қазақстан инновациялық-индустриялық жаңғыртудың үшінші кезеңін өткізіп жатыр. Қазақстанды жаңғырту ерекшелігін түсіну үшін бірінші бесжылдық кезіндегі индустрияландыруды талдау маңызды болып табылады. Мақалада соғысқа дейінгі кезеңде республикада индустрияландырудың ерекшеліктері, негізгі факторлары мен бағыттары қарастырылады.

**Түйін сөздер:** индустрияландыру, жаңғырту, индустрияландыру факторлары, индустрияландыру бағыттары, өнеркәсіп, шикізат экономикасы.

A. Moiseev, V. Cherkashin

#### **On the peculiarities of industrialization of kazakhstan in the years of the first five-years (1928-1942)**

**Abstract.** Kazakhstan is at the stage of the third - innovation-industrial modernization. Important for understanding the specifics of the modernization of Kazakhstan is the analysis of industrialization during the first five-year plans. The article discusses the features, main factors and areas of industrialization in the republic in the pre-war period.

**Key words:** industrialization, modernization, factors of industrialization, directions of industrialization, industry, raw materials economy.

**Раздел 6. «Экономика. Общеобразовательные и фундаментальные дисциплины»**

МРНТИ 06.61.33

З.С. ГЕЛЬМАНОВА<sup>1</sup>, Ж.С. ХУСАИНОВА<sup>2</sup>, А.А. АГИЛБАЕВА<sup>2</sup><sup>1</sup>(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)<sup>2</sup>(Карагандинский государственный университет, г. Караганда, Казахстан)**СТРАТЕГИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ В УСЛОВИЯХ ИНТЕГРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ**

**Аннотация.** В статье рассматривается повышение роли пространственных факторов применительно к региональным хозяйствам. Выделены важные аспекты функционирования региональной экономики. Предложена стратегия развития региона адаптированная к условиям Казахстана. Представленная модель позволяет обеспечить поэтапное развитие экономики региона с переходом от стадии факторов производства к стадии инноваций. Описана программа развития реального сектора экономики области. Определены возможные приоритетные направления индустриально-инновационного развития, основанные на базисных производствах региона.

**Ключевые слова:** экономика, стратегия, интеграция, региональное развитие, интеграционный процесс.

В период глобализации и интеграции мировой экономики, углубления международного разделения труда решение проблемы обеспечения взаимовыгодного сотрудничества территориально-хозяйственных комплексов в рамках мирохозяйственной системы и выбора наиболее оптимального и ускоренного способа включения регионов в межрегиональные и мирохозяйственные связи является объективно необходимым. В этих условиях, дальнейший экономический рост Республики Казахстан и повышение уровня социально-экономического развития его регионов определяется степенью вовлеченности национальной и территориальной экономики в мировое хозяйство. А это, в свою очередь, зависит от того, насколько и как в мирохозяйственных связях участвуют промышленные предприятия, получившие право выхода на внешний рынок [1].

Обеспечение социально-экономического развития региона основано на: оценке его потенциала (производственно-ресурсного, научного и инновационно-технологического); разработке долгосрочной модели устойчивого развития; определении приоритетных направлений развития региона; учете особенностей функционирования промышленных предприятий региона [2].

Конкурентоспособные позиции региона определяются уровнем развития предприятий. Применительно к Карагандинской области наблюдается формирование высокоинтегрированных хозяйственных блоков, вызывающих качественный (модернизация и сетевой эффект) и количественный (рост и диверсификация) эффекты.

Функционирование региона должно осуществляться не только в рамках государственной политики развития национальной экономики, но и с учетом развития межрегиональных связей и межотраслевой кооперации.

Осуществление регионом своих внешних и внутренних функций предполагает его соответствующую открытость, измеряемую 8 параметрами – товарной, инвестиционной, инфраструктурной, информационно-технологической, миграционной, гуманитарной, правовой и бюджетно-финансовой.

## **Раздел 6. «Экономика. Общеобразовательные и фундаментальные дисциплины»**

Поле деятельности для региона становится как внешнеэкономические связи со странами СНГ, так и участие в субрегиональных объединениях.

Включенность региона в международное разделение труда и мирохозяйственные связи способствует его социально-экономическому развитию и определяется по ряду количественных и качественных показателей [3]:

- к качественным показателям можно отнести – уровень развития научно-технического потенциала, уровень концентрации производства, уровень квалификации рабочей силы, уровень экономического развития;
- к количественным показателям относят – уровень обеспеченности ресурсами, абсолютные масштабы производства и объем внутреннего потребления, численность, объемы экспорта и импорта.

Важным аспектом функционирования региональной экономической системы является эффективное использование «совокупности всех имеющихся ресурсов»: производственно-ресурсного и научно-технического потенциала региона.

Методика оценки потенциала региона включает:

- определение терминологии потенциала региона;
- отбор показателей по критерию принадлежности их к группе основных факторов производства и ресурсов, позволяющий получить конечный макроэкономический результат;
- определение параметров частной эффективности производственно-ресурсного потенциала (ПРП) региона;
- расчет интегрального показателя ПРП региона;
- сравнительный анализ по интегральному показателю, по показателям распределения и использования, а также по оснащенности ПРП регионов;
- расчет эффективности ПРП региона;
- мониторинг использования производственно-ресурсного, научного и инновационно-технологического потенциала с целью определения приоритетных направлений развития региона.

Существует множество концепций развития региона – это концепция «конкурентных преимуществ» М. Портера и теории развития такие, как теория «экономической базы», «размещения», «центральных мест», «агломерации», «привлечения», «жизненного цикла» и др. Однако каждая из них рассматривает лишь отдельные аспекты развития региона.

Альтернативой существующим концепциям может стать, адаптированная к условиям Казахстана, стратегия развития региона (рис. 1), цель которой заключается в достижении опережающего индустриально-инновационного развития промышленного комплекса путем создания высокотехнологичных и наукоемких производств, а также эффективного включения региона в международное разделение труда, основанного на выявлении конкурентных преимуществ в отдельных производствах соответствующего технологического уклада.

Задачами стратегии являются: оценка возможностей потенциала региона; разработка долгосрочной модели устойчивого социально-экономического развития региона; определение приоритетных направлений развития региона; разработка краткосрочной Программы индустриально-инновационного развития региона.

Основой для разработки стратегии является проведенный SWOT-анализ, теории систем, последовательной смены технологических укладов и теории устойчивого развития.

Стратегия развития предусматривает разработку долгосрочной модели такого развития и определения приоритетных направлений развития, которые могут быть реализованы на основе разработки краткосрочной Программы индустриально-инновационного развития региона.

**Раздел 6. «Экономика. Общеобразовательные и фундаментальные дисциплины»**

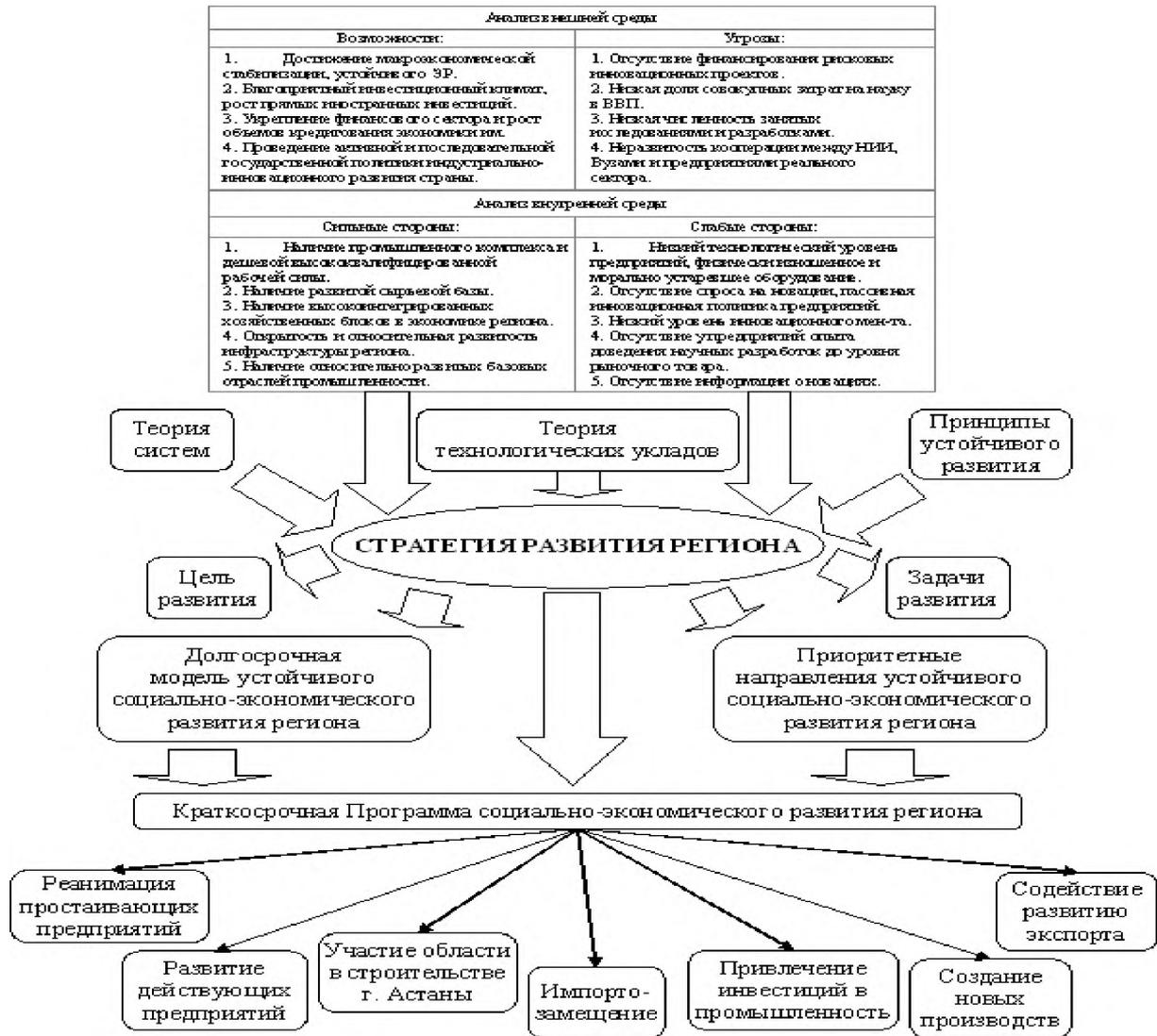


Рисунок 1. Стратегия развития региона

Суть модели (табл. 1) сводится к выделению 5 этапов эволюции экономики региона и их временных границ с указанием целей, задач и способов их осуществления, основной особенностью, которой является ее реализуемость[3,4].

В целом, предложенная модель позволяет обеспечить поэтапное развитие экономики региона с переходом от стадии факторов производства к стадии инноваций.

Возможные приоритетные направления индустриально-инновационного развития, основанные на базисных производствах региона, представлены на рис. 2. Согласно временным параметрам выбора приоритетных направлений развития региона можно выделить кратко-, средне- и долгосрочные периоды. Стремление к одновременному развитию всех базисных производств ведет к распылению ресурсов и технологическому отставанию.

В краткосрочном периоде обрабатывающей промышленности, такие как металлургия, химия, нефтехимия, машиностроение, строительство материалов, пищевая промышленность, которые разделены на 14 секторов: 1) черная металлургия; 2) цветная металлургия; 3) нефтепереработка; 4) нефте-газохимия; 5) производство продуктов питания; 6) агрохимия; 7) производство химикатов для промышленности; 8) производство автотранспортных средств,

## Раздел 6. «Экономика. Общеобразовательные и фундаментальные дисциплины»

их частей, принадлежностей и двигателей; 9) производство электрических машин и электрооборудования; 10) производство сельскохозяйственной техники; 11) производство железнодорожной техники; 12) производство машин и оборудования для горнодобывающей промышленности; 13) производство машин и оборудования для нефтеперерабатывающей и нефтедобывающей промышленности; 14) производство строительных материалов.

Таблица 1. Модель региональной социально-экономической системы

Этапы РСЭС	Цели РСЭС	Задачи РСЭС	Оценка существующих условий и факторов развития	Основные черты предполагаемой модели развития
1 этап 2004-2006 гг.	1. Сбалансированное социально-экономическое развитие. 2. Формирование индустриального комплекса региона. 3. Реализация промышленно-технологической политики.	1. Максимальное использование потенциалов региона. 2. Обеспечение устойчивого развития. 3. Технологическая перестройка промышленности. 4. Внедрение информационной техники и технологий. 5. Коммерциализация научно-технической сферы. 6. Формирование банка данных инновационных технологий.	1. Неравномерное развитие регионов. 2. Неравномерность технико-технологического уровня отраслей. 3. Устаревание основных фондов, низкий уровень инвестиций в обрабатывающую промышленность, низкое качество продукции приводят к неконкурентоспособности. 4. Загрузка производственных мощностей в среднем на 39%. 5. Отрыв промышленности от науки. 6. Снижение госфинансирования науки.	1. Оптимальное использование потенциала региона. 2. Стабилизация экономики и формирование предпосылок устойчивого экономического роста. 3. Модернизация и техническое перевооружение производства. 4. Развитие импортозамещающих производств. 5. Восстановление процесса расширенного воспроизводства. 6. Расширение госфинансирования науки.
II этап 2006-2010 гг.	1. Проведение структурной политики. 2. Формирование условий и предпосылок развития рыночных отношений.	1. Структурная перестройка экономики области по выпуску продукции глубокой переработки. 2. Ликвидация диспропорций в развитии отраслей промышленности, производства и инфраструктуры. 3. Рост качества жизни населения. 4. Совершенствование материально-	1. Закрепление сырьевой направленности экономики. 2. Деиндустриализация страны. 3. Растущая конкуренция со стороны мировых производителей.	1. Рентабельная работа предприятий области. 2. Создание надежных источников накопления ресурсов. 3. Формирование предпосылок для опережающего индустриально-инновационного развития.

**Раздел 6. «Экономика. Общеобразовательные и фундаментальные дисциплины»**

		технической базы сферы обращения.		
III этап 2010-2015 гг.	1. Создание в области мощного индустриального комплекса. 2. Формирование развитых межрегиональных связей.	1. Техническая реконструкция базовых отраслей региона. 2. Создание технополисов. 3. Достижение качественно нового уровня жизни населения. 4. Развитие научного потенциала области.	1. Мировая экономика трансформируется на базе новейших технологий, концентрации производства и капитала. 2. Усиление глобальных и региональных интеграционных процессов.	1. Вхождение региона в мировой рынок. 2. Широкомасштабное освоение высоких технологий и наукоемких производств региона.
IV этап 2015-2019 гг.	1. Добиться качественного и устойчивого подъема экономики, ведущего к повышению благосостояния людей на уровне стран Организации экономического сотрудничества и развития.	1. Создание эффективной транспортно-логистической инфраструктуры по «лучевому» принципу; развитие индустриальной инфраструктуры и туристской инфраструктуры; 2. Укрепление энергетической инфраструктуры в рамках Единой электроэнергетической системы; модернизация (реконструкция и строительство) инфраструктуры жилищно-коммунального хозяйства и систем тепло-, водоснабжения и водоотведения; 3. Повышение конкурентоспособности субъектов предпринимательства; 4. Поддержка отечественного машиностроения.	1. Слабые гарантии по защите и поддержке долгосрочных инвестиций; 2. Высокие затраты, требуемые для продвижения экспорта товаров; 3. Тарифные и нетарифные барьеры со стороны иностранных государств по отношению к казахстанским товарам; 4. Недоступность долгосрочных кредитов; 5. Стоимость кредитных ресурсов.	1. Механизма заключения долгосрочных договоров поставок на основании технологических соглашений; 2. Защиты от некачественной и небезопасной продукции; 3. Механизм заключения офсетных соглашений; 4. Поддержка отечественных производителей через систему государственных закупок.
V этап 2019-	1. Ускорение темпов развития экономики РК и	1. Цифровизация промышленности и электроэнергетики.	1. Недостаточное стимулирование трансферта передовых	1. Модернизация и техническое перевооружение

**Раздел 6. «Экономика. Общеобразовательные и фундаментальные дисциплины»**

<p>2022 г.</p>	<p>улучшение качества жизни населения, за счет использования цифровых технологий в среднесрочной перспективе, а также создание условий для перехода экономики Казахстана на принципиально новую траекторию развития, обеспечивающую создание цифровой экономики будущего в долгосрочной перспективе.</p>	<p>2. Повышение конкурентоспособности и субъектов АПК; 3. Обеспечение инфраструктурой проектов Дорожной карты бизнеса - 2025; 4. Обеспечение безопасности качества продукции через развитие лабораторных баз; 5. Обеспечение изученности территории Казахстана с оценкой прогнозных ресурсов 6. Развитие финансовых технологий и безналичных платежей. 7. Цифровизация транспорта и логистики. 8. Цифровизация сельского хозяйства. 9. Развитие электронной торговли.</p>	<p>технологий; 2. Низкий уровень восприимчивости бизнеса к инновациям технологического характера; 3. Нехватка технологических и управленческих компетенций; 4. Незрелость инновационных технологий в системе образования; 5. Несовершенство системы контроля за реализацией инновационных проектов.</p>	<p>производства. 2. Широкомасштабное освоение высоких технологий и наукоемких производств региона. 3. Повышение уровня восприимчивости бизнеса к инновациям технологического характера.</p>
----------------	--	---	---	---

В среднесрочном периоде (2019-2022 годы) на основе диверсификации существующих отраслей промышленности возможными направлениями станут: трубная, текстильная и электронная промышленности, автомобилестроение и органическая химия.

Для того чтобы обеспечить опережающее индустриально-инновационное развитие, необходима переориентация в долгосрочном периоде на базисные технологии 6 уклада: тонкая химия, информационные технологии и роботостроение.

Реализация стратегии развития региона на краткосрочный период возможна по следующим направлениям Программы социально-экономического развития региона (см. рис. 2): реанимацию простаивающих предприятий; развитие действующих предприятий; участие области в строительстве г. Астаны; импортозамещение; привлечение инвестиций в промышленность; создание новых производств; стимулирование экспорта.

Программа развития реального сектора экономики области на 2019 год (рис. 3), основанная на использовании конкурентных преимуществ региона, построена с учетом прогноза социально-экономического развития Карагандинской области на 2019-2023 годы акимата Карагандинской области, целей и задач Стратегии «Казахстан-2050» [5,6].

**Раздел 6. «Экономика. Общеобразовательные и фундаментальные дисциплины»**



Рисунок 2. Приоритетные направления индустриально – инновационного развития региона

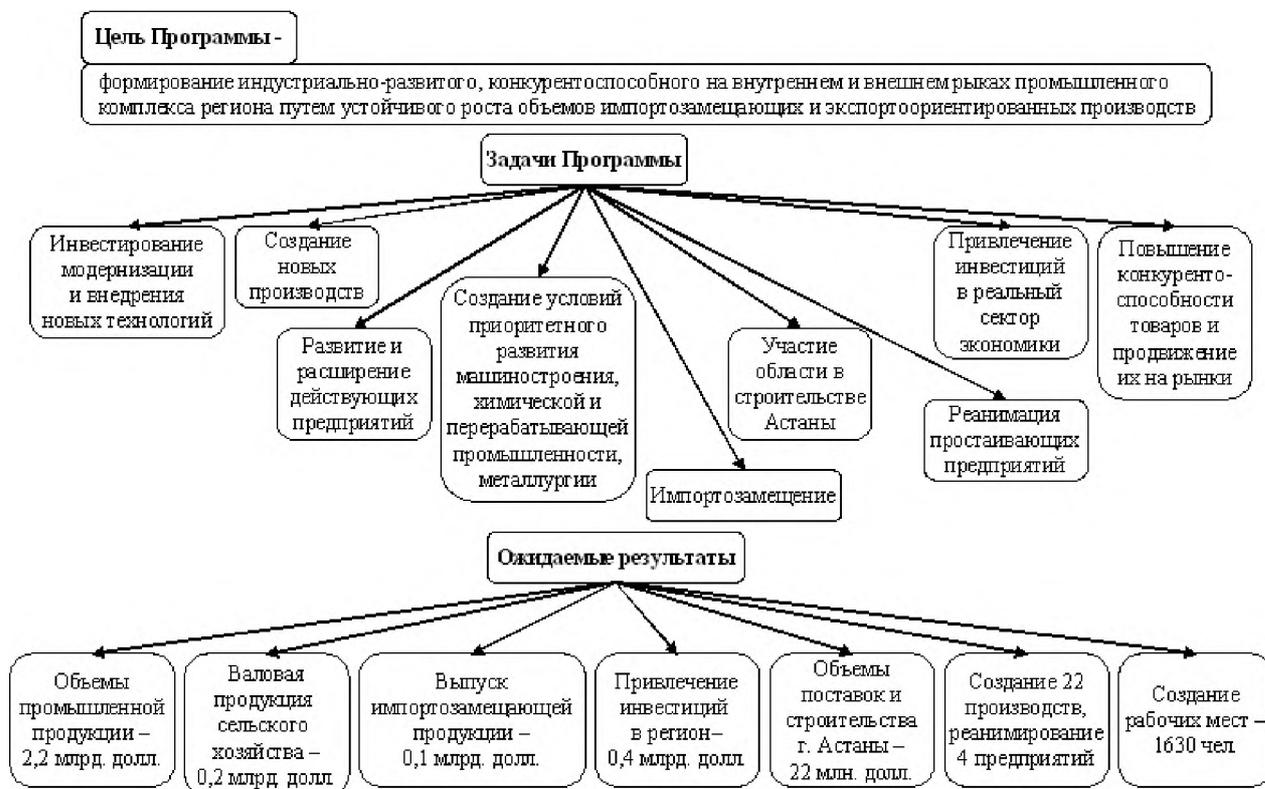


Рисунок 3. Программа развития реального сектора экономики области

## **Раздел 6. «Экономика. Общеобразовательные и фундаментальные дисциплины»**

Подводя итог, считаем, что реализация предложенной стратегии индустриально-инновационного развития обеспечит устойчивое социально-экономическое развитие региона.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Сравнительный анализ эффективности кредитования и прямого субсидирования экономики России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elibrary.ru>.
- 2 Гельманова З.С., Осик Ю.И. Моделирование региональной социально-экономической системы (на примере Карагандинской области)// журнал «European Journal of Natural History». –2006. № 5. –С. 55-59.
- 3 Капустина Л.М. Регион в мировом и национальном экономическом пространстве. – Екатеринбург: УрО РАН, 2000. – 360 с.
- 4 Государственная программа индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2015-2019 годы, утвержденная Указом Президента Республики Казахстан 1 августа 2014 года №874
- 5 Прогноз социально - экономического развития Карагандинской области на 2019-2023 годы.
- 6 Государственная программа инфраструктурного развития «Нұрлы жол» на 2015 - 2019 годы.

З.С. Гельманова, Ж.С. Хусаинова А.А. Агибаева

#### **Өңірлік даму стратегиясы интеграциялық үдерістер жағдайында**

**Андатпа.** Мақалада аймақтық экономикаға қатысты кеңістіктік факторлардың өсіп келе жатқан ролі талқыланады. Аймақтық экономика жұмысының маңызды аспектілері атап өтілді. Қазақстан жағдайына бейімделген аймақтық даму стратегиясы ұсынылған. Ұсынылған модель өндіріс факторлары сатысынан инновация сатысына ауысып, аймақ экономикасының кезең-кезеңімен дамуына мүмкіндік береді. Аймақтық экономиканың нақты секторын дамыту бағдарламасы сипатталған. Өңірдің базалық салаларына негізделген индустриялық-инновациялық дамудың ықтимал басым бағыттары анықталды.

**Түйін сөздер:** экономика, стратегия, интеграция, аймақтық даму, интеграция процесі.

Z. Gelmanova, Zh. Khusainova, A. Agilbaeva

#### **Strategy of regional development in the conditions of integration processes**

**Abstract.** The article discusses the increasing role of spatial factors in relation to regional economies. Important aspects of the functioning of the regional economy are highlighted. A regional development strategy adapted to the conditions of Kazakhstan is proposed. The presented model allows for the phased development of the regional economy with a transition from the stage of production factors to the stage of innovation. The development program of the real sector of the regional economy is described. Possible priority areas of industrial and innovative development based on the basic industries of the region are identified.

**Key words:** economics, strategy, integration, regional development, integration process.

## **Раздел 6. «Экономика. Общеобразовательные и фундаментальные дисциплины»**

МРНТИ 06.61.33

М.М. ТАТИЕВА<sup>1</sup>, Т.К. АКИШЕВ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)

### РАЗВИТИЕ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА В РЕГИОНЕ НА ПРИМЕРЕ Г. ТЕМИРТАУ

**Аннотация.** Статья содержит материал анализа малого и среднего бизнеса в городе Темиртау. Основные направления и приоритеты развития региона. Также в статье описаны основные характеристики предпринимательской среды г. Темиртау. Приведены статистические данные Программы развития г.Темиртау на 2016-2020годы. Разработан SWOT - анализ достижения развития МСБ в данном регионе.

**Ключевые слова:** малый и средний бизнес, предпринимательство, специфика региона.

В экономике ведущих мировых держав огромное значение отводится малому бизнесу, который, наряду со средним бизнесом, представляет собой основу для становления среднего класса, являющегося базисом для экономического развития государства. В условиях инновационно-индустриального развития, обозначенным приоритетом для Казахстана, вопросы развития малого предпринимательства приобретают особую актуальность [1].

Задачами анализа основных показателей состояния малого бизнеса в Республике Казахстан является изучение и выделение основных направлений государственной поддержки малого бизнеса в Казахстане, определение рейтинга проблем, препятствующих развитию предпринимательства в регионе и разработка рекомендаций для дальнейшего совершенствования малого предпринимательства в Карагандинской области.

Для выполнения данных задач нами были проанализированы статистические данные Программы развития города Темиртау на 2016-2020 годы.

Приоритетным направлением развития экономики области является развитие малого и среднего бизнеса.

Количество зарегистрированных субъектов малого предпринимательства за 2015 год выросло на 1% к 2014 году (10 340 ед.) и составило 10 447 единиц.

За 2016 год снижен на 0,8% к 2015 году (10 447 ед.) и составило 10 364 единиц. Причина: снижение покупательской способности в торговле.

За 2017 год количество зарегистрированных субъектов малого предпринимательства составило 9 856 единиц, или снижение на 4,9% к аналогичному периоду 2016 года (10 364 ед.).

За 9 месяцев 2018 года количество зарегистрированных субъектов малого предпринимательства составило 9 981 единиц, или снижение на 0,3% к аналогичному периоду 2017 года (10 015 ед.).

Количество действующих субъектов малого и среднего предпринимательства за 2015 год составило 9 030 ед., или снижение на 5,2% к 2014 году (9 525 ед.).

За 2016 год снижено на 3,1% к 2015 году (9 030 ед.) и составило 8 751 единиц.

За 2017 года количество действующих субъектов малого и среднего предпринимательства – 7 823 единиц, или снижение на 5,0% к аналогичному периоду 2016 года (8 239 ед.).

За 9 месяцев 2018 года количество действующих субъектов малого и среднего предпринимательства – 8 279 единиц, или увеличение на 3,2% к аналогичному периоду 2017 года (8 017 ед.).

## Раздел 6. «Экономика. Общеобразовательные и фундаментальные дисциплины»

По результатам проведенного анализа совместно с филиалом в г. Темиртау Национальной палаты предпринимателей выявлены следующие причины:

- снижение покупательской активности, а также перепродажа торговых объектов более крупным объектам предпринимательства;
- введение обязательной регистрации в информационной системе ЭСФ (электронных счетов фактур).

Доля действующих субъектов малого и среднего предпринимательства, в общем количестве зарегистрированных за 9 месяцев 2018 год составила 80%.

Численность занятых в малом и среднем бизнесе за 2015 год составила 27 105 человек, или рост на 7,4% к 2014 году (25 240 чел.).

За 2016 год выросла на 2,4% к 2015 году (27 105 чел.) и составила 27 755 человек.

За 2017 года численность занятых в малом и среднем бизнесе - 27 755 человек, или 100,0% к аналогичному периоду 2016 года (27 755 чел.).

За 9 месяцев 2018 года численность занятых в малом и среднем бизнесе - 27 905 человек, или рост на 0,5% к аналогичному периоду 2017 года (27 755 чел.).

Анализ численности занятых по видам экономической деятельности на предприятиях малого бизнеса показывает, что наибольшая часть - 35% занята в торговле, 23,8% - в строительстве, 9,2% - в транспорте, 4,7% - в промышленности, 27,3% - другие.

Объем произведенной продукции (оказанных работ и услуг) субъектами малого предпринимательства за 2015 год составил 59 647,2 млн. тенге, или рост на 26% к 2014 году (47 350 млн. тенге).

За 2016 год снижен на 0,8% к 2015 году (59 647,2 млн. тенге) и составил 59 176,6 млн. тенге.

За 2017 года объем произведенной продукции (оказанных работ и услуг) субъектами малого предпринимательства – 59 654,4 млн. тенге, или 100,8% к аналогичному периоду 2016 года (59 176,6 млн. тенге).

За 9 месяцев 2018 года объем произведенной продукции (оказанных работ и услуг) субъектами малого предпринимательства – 45 411,9 млн. тенге, или 101,5% к аналогичному периоду 2017 года (44 740,8 млн. тенге).

Таблица 1. Показатели развития малого и среднего предпринимательства в г. Темиртау за 2015-2017 гг. и 9 месяцев 2018 года

Показатели	Ед. изм.	2015 г.	% к 2014г.	2016 г.	% к 2015г.	2017 г.	% к 2016г.	9 мес. 2018 г.	% к 9 мес. 2017г.
Количество зарегистрированных субъектов МСП	единиц	10 447	101,0	10 364	99,2	9 856	90,1	9 981	95,8
Количество действующих субъектов МСП	единиц	9 030	94,8	8 751	96,9	7 823	89,4	8 279	97,3
Доля активных в общем количестве зарегистрированных субъектов МСП	%	86,4		84,4		79,3		80,0	
Численность занятых в МСП	человек	27 105	107,4	27 755	102,4	27 755	100,0	27 905	100,5
Выпуск продукции субъектами МСП	млн. тенге	59 647,2	126,0	59 176,6	99,2	59 654,4	100,8	45 411,9	101,5

**Раздел 6. «Экономика. Общеобразовательные и фундаментальные дисциплины»**

По объему выпускаемой продукции 30,7% приходится на предприятия, осуществляющие свою деятельность в сфере торговли, 19,4% - сферу строительства, 2% - на сферу промышленности, 47,9% - прочие.

Специалистами ГУ "Отдел предпринимательства и сельского хозяйства города Темиртау" был разработан SWOT - анализ достижения развития МСБ в данном регионе.

Таблица 2. SWOT - анализ достижения развития МСБ

	<b>Положительное влияние</b>	<b>Отрицательное влияние</b>
<b>Внутренняя среда</b>	<p><b>Сильные стороны:</b></p> <p>1) увеличение числа действующих предприятий за счет применения мер государственной поддержки;</p> <p>2) наличие системы повышения квалификации сотрудников и обеспечение сервисных услуг на бесплатной основе для предпринимателей;</p> <p>3) рост инновационно - активных средних и малых предприятий;</p> <p>4) значительный предпринимательский потенциал и условия для его дальнейшего развития.</p>	<p><b>Слабые стороны:</b></p> <p>1) слабая взаимосвязь с научно-исследовательскими организациями;</p> <p>2) отсутствие стартового капитала и эффективного залогового имущества;</p> <p>3) недостаток квалифицированных инженерно-технических работников.</p>
<b>Внешняя среда</b>	<p><b>Возможности:</b></p> <p>1) диверсификация промышленности города за счет оказания мер государственной поддержки;</p> <p>2) наличие широкого спектра инструментов государственных программ поддержки бизнеса;</p> <p>3) подведение недостающей производственной инфраструктуры для субъектов МСБ за счет бюджетных средств;</p> <p>4) дальнейшее развитие инфраструктуры поддержки малого и среднего предпринимательства;</p> <p>5) наличие свободных ниш для дальнейшего развития бизнеса;</p> <p>6) возможность повышения предпринимательского потенциала за счет участия в обучающих программах за счет государственных программ;</p> <p>7) развитие малого бизнеса за счет активизации государственно-частного партнерства.</p>	<p><b>Угрозы:</b></p> <p>1) снижение финансовой поддержки государства;</p> <p>2) трудности трансферта инновационных разработок научных организаций;</p> <p>3) повышенная чувствительность малого предпринимательства к экономическим изменениям;</p> <p>4) рост конкуренции на международных рынках, в связи со вступлением в ВТО.</p>

На основании данного анализа были выявлены актуальные проблемы развития МСБ:

- отсутствие стартового капитала для создания собственного дела начинающим предпринимателям, отсутствие в системе государственной поддержки понятие «имущество для создания бизнеса»;

## **Раздел 6. «Экономика. Общеобразовательные и фундаментальные дисциплины»**

- часто вносимые изменения в нормативно-правовые акты;
- трудности в налаживании внешней сети сбыта готовой продукции, маркетинговых обследований внешнего рынка;
- заниженная стоимость оценки залогового имущества у предпринимателей отдаленных регионов области, что ограничивает доступ к кредитным ресурсам и соответственно к участию в программах [2].

В условиях усиления конкуренции компаниям приходится активнее работать над снижением себестоимости товаров и услуг. Одним из способов решения данной проблемы является внедрение аутсорсинга.

Аутсорсинг бухгалтерского учета гарантирует порядок в бухгалтерии и документах; экономию на заработной плате, налогах и рабочих местах; концентрацию внимания на развитии бизнеса; своевременную помощь и консультации специалистов в бухгалтерских и финансовых вопросах; упрощение взаимодействия с работниками [3].

В конечном итоге это позволит повысить ее эффективность за счет оптимизации системы государственного регулирования предпринимательской деятельности и снижения издержек преодоления административных барьеров субъектами предпринимательства.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1 Бакыт А.Б. Развитие малого и среднего бизнеса в Республике Казахстан [Электронные данные]. – АРГУ имени К. Жубанова Актобе. – 2015. – Режим доступа: <https://scienceforum.ru/2015/article/2015017973>, свободный.

2 Программа развития города Темиртау на 2016-2020 годы [Электронные данные]. – Режим доступа: [http://temirtau-akimat.gov.kz/ru/officedoc\\_2\\_6](http://temirtau-akimat.gov.kz/ru/officedoc_2_6), свободный.

3 Рубенкова Н.Б. Проблемы снижения административных барьеров в развитии предпринимательства в Казахстане. – КазУЭФМТ, г. Астана, 2012. – С. 95-101.

М.М. Татиева, Т.К. Акишев

#### **Теміртау мысалында аймақтағы шағын және орта бизнестің дамуы**

**Аңдатпа.** Мақалада Теміртау қаласындағы шағын және орта бизнесті талдау бар. Аймақтың дамуының негізгі бағыттары мен басымдықтары. Мақалада сонымен қатар Теміртау қаласының бизнес ортасының негізгі сипаттамалары сипатталған. Теміртау қаласының 2016-2020 жылдарға арналған Даму Бағдарламасының статистикалық деректері келтірілген. Осы өңірдегі ШОБ дамуына қол жеткізуі үшін SWOT-талдауы әзірленді.

**Түйін сөздер:** шағын және орта бизнес, кәсіпкерлік, аймақтың ерекшеліктері.

M. Tatiyeva, T. Akishev

#### **Development of small and medium-sized businesses in the region on the example of Temirtau**

**Abstract.** The article contains analysis of small and medium-sized businesses in the city of Temirtau. The main directions and priorities for the development of the region. The article also describes the main characteristics of the business environment of Temirtau. The statistical data of the development Program of Temirtau for 2016-2020 are presented. A SWOT analysis of the achievement of SME development in the region has been developed.

**Key words:** small and medium business, entrepreneurship, region specifics.

## Раздел 6. «Экономика. Общеобразовательные и фундаментальные дисциплины»

МРНТИ 14.05.07

Т.С. БАЙГАБАТОВ<sup>1</sup><sup>1</sup>(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)

## РЕЧЕВАЯ КУЛЬТУРА ВУЗОВСКОГО ПРЕПОДАВАТЕЛЯ

*Учителя, как местные светочи науки,  
должны стоять на полной высоте  
современных знаний в своей специальности*

*Д.И.Менделеев – выдающийся ученый-химик (1834-1907)*

**Аннотация.** Каждое учебное заведение авторитетна составом своего педагогического коллектива. В статье рассмотрена одна из составных частей коммуникативной культуры преподавателя вуза – речевая культура. Дана характеристика и особенностям устной речи преподавателя. Достоинством статьи является то, что автор рекомендует обратить внимание преподавателя и использовать на практике советы писателей и общественных деятелей как выполнять те требования, которые предъявляются к культуре речи.

**Ключевые слова:** педагогический коллектив, речь, устная и письменная речь, коммуникативная культура, речевая культура.

Эти замечательные мысли великого ученого не потеряли свою актуальность и значимость в наши дни. Наша эпоха – эпоха глобализации, время интенсивного развития науки и техники. В этих условиях предъявляются повышенные требования к высшим учебным заведениям, главной функцией которых является подготовка компетентных, высококвалифицированных специалистов, востребованных на отечественных и международных рынках труда. И здесь возникает извечный вопрос – чему учить и как учить? И практика педагогической деятельности дает ответ, что успешность решения этих проблем во многом зависит от личностных качеств профессорско-преподавательского состава вузов – профессиональных, психологических, нравственных и других.

Личностные качества в профессии педагога неотделимы от культуры педагогического труда. Под ней подразумевается высокая степень различных качеств и подготовки, отвечающих специфике преподавательского, педагогического по существу труда и обеспечивающих максимальную его эффективность.

Важное место и роль в педагогической деятельности занимает речевая культура преподавателя как составная часть его коммуникативной культуры.

Функции культуры речевого общения:

1. Информационно-познавательную;
2. Ценностно-ориентационную;
3. Коммуникативную;
4. Стимулирующую;
5. Прогностическую;
6. Рефлексивную.

Культура речи имеет сложную структуру. Владеть речью – это значит уметь передать свою мысль другим на понятном для них языке. Понять чего-либо – значит раскрыть его сущность. Основным отличием степени понимания являются прежде всего глубина понимания. Выражением этого являются полнота, разносторонность и, что самое важное, существенность связей, вскрываемых в процессе познания. Чем шире круг предметов,

## **Раздел 6. «Экономика. Общеобразовательные и фундаментальные дисциплины»**

явлений, событий, с которыми ставится связь познаваемое нами в данный момент, тем глубже понимание, тем более высокий уровень достижения. Реализуется она через устную и письменную речь.

В устной речи присутствует в отличие от письменной речи вспомогательные приемы – интонации, выделение отдельных понятий или выражений акцентом, применение пауз, мимики, жестов. Эти педагогические приемы позволяют лучше выделить, и следовательно понять существенные смысловые основы и переходить к общему смыслу сообщения. Такими приемами устной речи должен соблюдать сам преподаватель и учить этому студентов.

Особое внимание следует обратить на культуру устной речи: умение говорить и слушать, вести диалог, не употреблять речевых штампов и навязчиво повторяющихся слов, без необходимости употреблять иностранные термины. Высокая речевая культура способствует высокой культуре мышления, так-как незрелые мысли нельзя выразить в доступной форме.

В этой связи будет полезным обратить внимание педагогов на то, как относились к речи и как характеризовали ее известные писатели и общественные деятели. По их мнению, речь должна соответствовать следующим требованиям:

- правильность речи, т.е. соответствие принятым литературно-языковым нормам (так, Д.И. Писарев подчеркивал: «Неправильное употребление слов ведет за собой ошибки в области мысли и в практике жизни»);

- ясность речи, т.е. ее доступность пониманию слушающего («Говори так, чтобы тебя нельзя было не понять» - советовал Квинтилиан римский учитель красноречия);

- логичность речи, т.е. соответствие законам логики («Небрежность языка обуславливается нечеткостью мышления. Что неясно представляешь, то и неясно выскажешь; неточность и запутанность выражений свидетельствуют о запутанности мыслей» - писал Н.Г. Чернышевский);

- простота речи, т.е. ее безыскусственность, естественность, отсутствие вычурности («Под напыщенностью и неестественностью фразы скрывается пустота содержания - отмечал Л.Н. Толстой);

- точность речи, т.е. ее соответствие мыслям говорящего (советский писатель К. Федин писал: «Точность слова является не только требованием здорового вкуса, но прежде всего - требованием смысла»);

- чистота речи т.е. устранение из нее слов нелитературных, жаргонных, вульгарных, а также иностранных (о последнем Н.Г. Белинский подчеркивал «Употреблять иностранные слова, когда есть равносильное ему русское слово, значит оскорблять и здравый смысл и здравый вкус»); [1].

Не ошибемся если скажем, что использование преподавателем вышеперечисленных советов и требований к слову, речи на практике безусловно окажет эффективное воздействие на развитие его речевой культуры.

Практика педагогической деятельности свидетельствует, что состояние речевой культуры оставляет желать лучшего. Речевые огрехи педагогов-явление не столь безобидное, как кажется на первый взгляд. Произносительные, грамматические и стилистические погрешности в языке учителей школ и вузовских преподавателей воспринимаются как норма и автоматически переносятся в речевые навыки обучаемых.

Необходимо также отметить, что преподаватель вуза должен стремиться к ораторскому мастерству, так-как он не только читает лекции, но и выступает в различных научно-практических, научно-теоретических совещаниях, конференциях, симпозиумах и т.д.

Для успешного публичного выступления предлагаются следующие советы:

- лектор должен быть готовым ответить на дополнительные вопросы по теме выступления студентам, участникам научных конференции, совещаний, симпозиумов;

## **Раздел 6. «Экономика. Общеобразовательные и фундаментальные дисциплины»**

– излагать содержание темы со знанием, т.е. владеть необходимыми методами аргументации;

– соблюдать лексическую культуру речи;

– соблюдение нормы грамматики.

Вузовскому преподавателю и особенно начинающим педагогическую деятельность молодым при подготовке к лекции нужно иметь:

– план лекции т.е. сценарий;

– запись из источников (фактические материалы - записи при изучении литературы, данные из средств массовой информации, фактов статистики и т.д. в виде краткого конспекта);

– для рационального использования учебного времени лекцию необходимо разбить на подвопросы с определением для каждого из них время;

– обеспечить последовательность построения лекции.

И в заключении, методика формирования знаний эффективна, если обеспечивается усвоение студентом понятий и терминов, особенно иноязычных. Каждая наука, учебная дисциплина, имея дело с особой феноменологией реальности использует и особую терминологию. Преподавателю нужно объяснить смысловое значение каждого термина или порекомендовать студентам самостоятельно разобраться, используя различного ряда словарям.

Методика формирования знаний тогда эффективна, когда достигается неразрывная связь теории с практикой. В противном случае студенты окажутся в плену теоретических рассуждений. И она понятна, когда преподаватель на конкретных фактах доступно объясняет, где и как та или иная теория используется в практической жизни.

Методика формирования знаний эффективна, если она обеспечивается систематизацией, строгой логикой и структуризацией. Любая реальность комплексна, целостна и взаимосвязана. Отсутствие системы знаний, ее разрозненность приводит к путанице мыслей человека. Поэтому студенту важно иметь целостное, логическое, структурирование, понимание, содержания изучаемых курсов подходов, действий и всей деятельности. [2]

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Н.В.Гаськов Этика делового общения. –М., 2000. –63 с.
2. Столяренко А.М. Психология и педагогика//Юнити. –М., 2004. – 342-343 с.

Т.С. Байгабатов

#### **Жоғарғы оқу орны оқытушысының сөйлеу мәдениеті**

**Андатпа.** Мақалада жоғары оқу орны оқытушысының сөйлеу мәдениеті қаралған. Қазіргі заманда білім беру жүйесінде жиі қолданылатын оқытудың әдісі – лекция. Оның мазмұны, мағынасы, оқытушылық тіл мәдениетімен тікелей байланысты. Сондықтан автор мақалада, оқытушының сөйлеу мәдениетіне айтарлықтай назар аударған. Мақала өзекті және педагог мамандарына лекция сапалы болу үшін ұсыныстар жасалған.

**Түйін сөздер:** лекция, педагог мамандар, тіл байлығы, сөз сөйлеу мәдениеті, тілдесу мәдениеті.

**Раздел 6. «Экономика. Общеобразовательные и фундаментальные дисциплины»**

T. Baygabatov

**Speech culture of a higher education instructor**

**Abstract.** Each educational institution is authoritative by the composition of its teaching staff. The article considers one of the components of the communicative culture of a university teacher - speech culture. The characteristic and features of the spoken language of the teacher. The advantage of the article is that the author recommends paying the attention of the teacher and using in practice the advice of writers and public figures on how to fulfill the requirements for speech culture.

**Key words:** teaching staff, speech, oral and written speech, communicative culture, speech culture.

**Раздел 6. «Экономика. Общеобразовательные и фундаментальные дисциплины»**

ББК 66.6 (4к), 41

D. VALIULLIN<sup>1</sup>, A. MUSAN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>(Karaganda State Industrial University Temirtau, Kazakhstan)

HEALTH-SAVING TECHNOLOGIES IN PHYSICAL EDUCATION

**Abstract.** The article presents important components of health-saving technologies, including the implementation of preventive and corrective-health measures that contribute to the preservation and strengthening of the health of students mastering mass professions and actively forming professional aptitude. The article defines the methods and methods for achieving the improvement of students, their implementation in the Technical and Economic College at Karaganda state industrial University, taking into account the physical development and motivation of students' youth.

**Key words:** health-saving technologies, preservation and strengthening of health.

At present, when organizing the educational process, each teacher in an educational institution is tasked with training specialists at a high level, using modern methods of organizing the educational process, ensuring that they use their knowledge and skills later in practical work or research.

However, the full use of professional knowledge and skills is possible with a good state of health, high working capacity of young specialists who can be acquired by them with regular and specially organized physical education and sports.

Consequently, the quality of preparation, including physical, for the upcoming professional activity for each young specialist acquires not only personal, but also socio-economic significance.

Physical education in a secondary special educational institution is presented as an academic discipline and the most important basic component in the formation of a general youth culture. It contributes to the harmonization of bodily and spiritual unity ensures the formation of such universal values as health, physical and psychological well-being and further physical perfection.

The socially determined need for targeted improvement of the health and physical condition of a person as a whole should be transformed into a cultural need, the desire for physical improvement. [1]

The current socio-economic situation, the decline in living standards and environmental disadvantages adversely affect the health of people, especially children and adolescents, their physical fitness, proper training in a healthy lifestyle, development of skills for its observance, motivation for adequate behavior. No less important is the problem of the health of students as future specialists.

In the next decade, today's children and adolescents will determine the level of well-being of the country, its economic, scientific and cultural potential. Thus, the problem of shaping the health of students in modern conditions remains one of the urgent.

Practical experience and the results of numerous scientific studies convincingly demonstrate the high potential for physical exercises in expanding and increasing the reserves of health and physical capabilities of the human body.

In order for health knowledge to be applied to oneself, to become beliefs, other approaches, other methods and pedagogical technologies are needed. Today there is an obvious need to develop students' ability to self-education, self-improvement, self-creation, that is the development of skills and abilities of independent application and analysis of information.

## **Раздел 6. «Экономика. Общеобразовательные и фундаментальные дисциплины»**

Practical experience shows that students are able to independently not only form goals, but also to implement them. Working with them will help to understand what they know about health, what interests them, worries them most, what they want to do for their health. Co-creation, joint comprehension of knowledge, experience in informal, partner interaction of students and teachers can become a tool. [2]

One of the key points in the choice of motivation of students to a conscious attitude to their health is to create a situation of success in solving issues of physical and moral improvement. The situation of success is the result of the activity of the teacher and the student in which the result of the student's activity is comparable with his expectations.

From these positions, the health-saving education system, which should give a complex of knowledge about various aspects of health, help to develop an individual strategy and tactics for the development and preservation of their own health by pedagogical means, has more opportunities than pedagogical support for treatment, prevention and rehabilitation.

In modern conditions the social importance of physical education in the formation of a comprehensively and harmoniously developed personality of a graduate with a high degree of readiness for social and professional activities increases. Physical culture and sport in the educational process act as a means of social development of future specialists, active development of their individual and professionally significant qualities, as a means of achieving physical perfection.

The modern society demands from graduates of high readiness to enter active socially useful activity the full-fledged personality with high reserves of health and resistance to the stress factors generated by conditions of daily life.

College education, compared to school, has significant differences and objectively requires more stress and emotional stability.

During the transition to a new stage of education, students often have an unfavorable health situation, which is a consequence of increased mental, emotional and physical activity. In this case, a decisive role in strengthening and preserving the health of students can have physical education classes in the classroom and in extracurricular time.

In most cases, a medical certificate on the state of health is provided to the admission committee when an applicant enters a professional educational organization. This document for the teacher of physical culture becomes a starting point in construction of system of work with the first-year student. The teacher should have complete information about the state of health of each student and use it in the planning of scheduled and extracurricular activities. [3]

This article presents the experience in the implementation of health-saving technologies in physical education classes at the Technical and economic College at KSTU.

Health-saving technologies mean the following provisions:

1. Strict dosing of physical activity in physical education;
2. Alternation of intensity and relaxation during exercise;
3. Implementation of the principles of physical education: clarity, gradualness, accessibility of the load, taking into account the age characteristics of students;
4. Taking into account the physical fitness of students and the development of their physical qualities;
5. Construction of a lesson taking into account their working capacity of students;
6. Compliance with hygienic requirements for physical education and sports;
7. Creating a favorable emotional mood, comfortable atmosphere for physical training. [4]

At the first lesson in physical training, safety instruction is conducted during physical exercises, familiarization of students with the sports base of the educational institution, with the content of the curriculum, the schedule of extracurricular activities. At the beginning of training, it

## **Раздел 6. «Экономика. Общеобразовательные и фундаментальные дисциплины»**

is obligatory to conduct a survey of students in order to identify the level of their sports potential. The theoretical part of the course of physical culture includes the following topics:

- "Fundamentals of a healthy lifestyle" (the issues of physical, mental and social well-being of a person, the fight against bad habits, the organization of healthy life).
- "Basics of independent physical exercises" (students are given information about the choice of sports for independent training, the principles and basic methods of development of physical qualities of a person).
- "Self-control of those engaged in physical exercises and sports, control of the level of improvement of professionally important psychophysiological qualities" (students are taught the basic methods of determining the functional state of the body and methods of its regulation).
- "Physiological basis of training and production labor, means of physical culture in the regulation of health" (given psycho-physiological feature, as future production activities and training of labor; the effect on the body; the dynamics of health of students during the school year, condition of students during examination session the criteria for neuro-emotional, mental, and psycho-physical fatigue; studied methods to improve the efficiency of production and training of labor).
- "Physical culture in professional activity of the specialist" (students are explained personal and socio-economic necessity of special improving and psychophysical preparation for work; the improving and profiled methods of physical education at occupation by various types of motive activity are shown; prevention of occupational diseases by means and methods of physical education is considered; the control (testing) of the state of health, motor qualities, psychophysiological functions, to which the profession imposes increased requirements, is carried out).

Theoretical knowledge is fixed during practical classes. Regular heart rate monitoring is carried out, its dynamics is determined during physical activity. In accordance with the changes, the individual mode of work of the student in the classroom is built. During the exercises, students are given information about the degree and direction of their impact on the body. [5]

At the beginning of the academic year, students perform tests that determine their level of physical fitness. The results provide background information for the development of individual tasks, the essence of which is to improve the individual performance of students in the reporting period. To control the development of students' methods of building independent physical exercises, they are invited to organize elements of warm-up in training sessions. Regular testing shows the dynamics of changes in the initial result. Taking into account the obtained indicators, adjustments are made to individual tasks.

Ensuring a favorable moral and psychological climate in physical education is one of the important components of health-saving technologies. To achieve a comfortable atmosphere in the classroom, the communication style of the teacher and the student in the classroom should be democratic.

Understanding, discussion of the purpose and objectives of the lesson, deserved praise, demonstration of positive achievements of the student create a situation of success that stimulates independent physical exercises. [6]

When assessing physical fitness, both the maximum result and the gain of the result are taken into account. Individual achievements are of priority importance. It is fundamentally important that the student is not compared with others, but only with himself: «today I became better than yesterday and tomorrow I will try to become better than today».

At an assessment on physical culture theoretical knowledge, the technique of performance of motive action, diligence and ability to carry out physical culture and improving activity are considered.

## **Раздел 6. «Экономика. Общеобразовательные и фундаментальные дисциплины»**

Verbal methods of encouragement and approval are widely used. Some students need to be convinced of their own capabilities, reassure, encourage. Others need to restrain from excessive zeal; the third need to interest. All this forms a positive attitude to the execution of tasks, creates a basis for activity. More prepared students are constantly focused on helping less prepared students with both receiving a mark for the result achieved.

The classes are not allowed excessive exhausting loads, there is a regular change of activity, and there are pauses for rest, which are filled with information on the history and current state of sports, on the prevention of common diseases. Students who are temporarily released from classes for health reasons prepare this information.

Forms of presentation of information are different: it can be small messages, reports, abstracts, presentations of the results of completed projects, as well as showing the developed sets of exercises for warm-up, etc. such pauses help students recover, support the emotional background of the class.

An important component of health saving is the implementation of a differentiated approach to students taking into account their gender, age, health, physical development and physical fitness.

For this purpose real tasks are offered, students receive an incentive to active work. During the lesson the alternation of different types of educational activities, the use of methods that promote the manifestation of initiative and creative self-expression of students are required. [7]

In the process of physical education in a professional educational organization, the main emphasis is on the maximum involvement of students in independent physical exercises and sports, active recreation, participation in the volunteer activity, creative projects and other active forms of leisure. In order to involve students in competitive activities, mass sports events are held: "Autumn cross", "Health Day", "Fun starts".

During the academic year competitions are held in the framework of the college games in volleyball, basketball, football, table tennis, according to the results of which teams take part in the city games.

Thus, the use of health-saving technologies during physical education in the classroom and in extracurricular time allows not only to preserve the physical and mental health of students, but also contributes to the successful socialization of adolescents, forms their civic position and high moral qualities.

### REFERENCE

- 1 Селевко Г. К. современные образовательные технологии / Г. К. Селевко. –М.: народное образование, 2012 г.8.
- 2 Скакун В. А. Основы педагогического мастерства. - М.: форум, 2012. – 12 с.
- 3 Выдрин В. М. Современные проблемы теории физической культуры как вида культуры: Учеб.пособие. – Спб., 2015. -76 с.
- 4 Бальсевич В. К. Физическая культура для всех/В. К. Бальсевич. - М.:, 2013. – 208с..
- 5 Ильинич В. И. Физическая культура студента и быт: учеб. пособие для вузов. – М: Гардарики, 2012. – 368 с.
- 6 Лубышева Л. И. концепция физического воспитания: методология разработки и технология реализации//Физическая культура: воспитание, обучение. – 2011 - №1. – С. 9-10.
- 7 Никитина А. В. исследование общественного здоровья на современном этапе развития общества. М.: Медицина, ст. 3-6, Санкт-Петербург, 2015. –С. 34-35.

**Раздел 6. «Экономика. Общеобразовательные и фундаментальные дисциплины»**

Д.Ш. Валиуллин, А. Мусан

**Денсаулық сақтау технологиясын сабақта дене шыңықтырумен**

**Аңдатпа.** Мақалада денсаулықты сақтау технологиясын құрайтын маңызды құрамдас бөліктер, оның ішінде белсенді кәсіпті жарамдылықты қалыптастыратын және оны сақтауға ықпал ететін профилактикалық және түзету-сауықтыру шараларын өткізу қарастырылған. Мақалада ҚМИУ жанындағы Техника-экономикалық колледж студенттерінің денсаулығын сауықтыруға арналған әдістер мен тәсілдер және оны жүзеге асыру шаралары қарастырылған.

**Түйінді сөздер:** денсаулық сақтау технологиялары, денсаулықты сақтау және нығайту денсаулық сақтау технологиялары.

Д.Ш. Валиуллин, А. Мусан

**Применение здоровьесберегающих технологий на занятиях физической культуры**

**Аннотация.** В статье представлены важные составляющие здоровьесберегающих технологий, включающие в себя проведение профилактических и коррекционно-оздоровительных мероприятий, способствующих сохранению и укреплению здоровья студентов, осваивающих массовые профессии и активному формированию профессиональной пригодности. В статье определены методы и способы достижения оздоровления студентов, их реализация в Техничко-экономическом колледже при КГИУ с учетом, физического развития и двигательной подготовленности студенческой молодежи.

**Ключевые слова:** здоровьесберегающие технологии, сохранение и укрепление здоровья.

**Правила оформления и предоставления статей**

Министерство образования и науки Республики Казахстан  
 Карагандинский государственный индустриальный университет

**ИНФОРМАЦИОННОЕ ПИСЬМО****Уважаемые коллеги!**

До **15 февраля 2020 года** осуществляется прием научных статей в следующий выпуск № 1 (28) 2020 года Республиканского научного журнала «**Вестник Карагандинского государственного индустриального университета**», который зарегистрирован в Международном центре по регистрации сериальных изданий ISSN (ЮНЕСКО, г. Париж, Франция) с присвоением международного номера ISSN 2309-1177. Территория распространения журнала: Республика Казахстан, страны ближнего и дальнего зарубежья.

**В журнале предусмотрены следующие разделы**

1. Metallurgy. Technologies of new materials.
2. Machine building. Technological machines and transport.
3. Construction.
4. Energetics. Automation and computer technology.
5. Chemical technologies. Safety of life activities.
6. Economics. General educational and fundamental disciplines.

**ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ И ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ СТАТЕЙ**

В республиканском научном журнале «*Вестник Карагандинского государственного индустриального университета*» публикуются результаты актуальных работ, имеющих исследовательский характер, обладающих научной новизной и практической значимостью.

Языки публикации: казахский, русский, английский.

Статья представляется в Департамент науки, инновации и международного сотрудничества в одном экземпляре.

К тексту статьи, подписанному автором (-ами), прилагаются краткая аннотация на русском, казахском и английском языках (4-5 предложения), внешняя и внутренняя рецензии, анкета автора (-ов).

**Текст редактированию не подлежит, поэтому все материалы должны быть оформлены в соответствии с требованиями и тщательно отредактированы. Материалы, не соответствующие вышеуказанным требованиям, не рассматриваются и обратно не высылаются.**

**Требования к оформлению статей:**

– научные материалы, представляемые для публикации, 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».

– объем статьи, включая список литературы, таблицы и рисунки с подрисуночными надписями, аннотации, не должен превышать 10 страниц печатного текста;

– текст набран в редакторе MS WORD (6.0-7.0), шрифт Times New Roman, размер шрифта (кегель) -12, межстрочный интервал - одинарный; отступ первой строки - 0,8 см;

– формат бумаги А4: поля: верхнее – 3,0 см, нижнее -2,5 см, левое - 2 см, правое - 2 см;

## Правила оформления и предоставления статей

– в левом верхнем углу - МРНТИ, через один интервал инициалы и фамилии авторов прописными буквами, в скобках название организации (без РГП, АО и т.д.), город, страна строчными буквами, далее через один интервал по центру - название доклада прописными буквами (не выделять жирным шрифтом), далее через интервал аннотация на языке, на котором написана статья, ключевые слова, затем один интервал, текст статьи, далее через один интервала список использованной литературы (глубина 5-10 лет, не менее 7-10 наименований), через один интервал инициалы и фамилии авторов, название доклада, аннотации и ключевые слова на оставшихся двух языках;

– аннотации (800-1000 знаков с пробелами, не менее 7-8 строк) и ключевые слова должны быть составлены на казахском, русском и английском языках. Аннотация является кратким изложением содержания научного произведения, дающая обобщенное представление о его теме и структуре.

Ключевые слова должны обеспечить наиболее полное раскрытие содержания статьи. Для каждого конкретного материала задайте 5-6 ключевых слов (key words) в порядке их значимости, т.е. самое важное ключевое слово статьи должно быть первым в списке. Небрежное или неправильное составление списка приведет к тому, что по этим запросам на сайт будут приходить посторонние посетители, не заинтересованные в вашей работе. Ключевые слова (key words), относящиеся к представляемой статье, следует включить в Abstract, имея в виду, что большинство современных информационных систем осуществляют контекстный поиск только по названиям и аннотациям научных публикаций.

– к тексту статьи, подписанному автором, прилагается внешняя и внутренняя рецензии, анкету автора (ов).

– материалы должны быть представлены на электронном носителе (диск CD-R/RW) и в распечатанном виде для сверки;

– страницы нумеруются.

**Рисунки должны быть хорошего качества и обязательно должны иметь названия.**

Буквенные обозначения, приведенные на рисунках, необходимо пояснять в подрисунковом тексте.

**Формулы должны быть набраны в формуляторе MathType, шрифт (кегель) -12.**

Все сокращения и условные обозначения в формулах следует расшифровать, размерности физических величин представить в системе СИ.

Нумеровать следует только те формулы и уравнения, на которые есть ссылка в тексте.

Литературные ссылки в тексте нумеруют в **сквозном** порядке упоминания (например, с 1 по 10) и список литературы приводят в конце статьи. В тексте ссылки на литературу отмечают порядковыми цифрами в квадратных скобках. В случае неоднократного обращения к одному и тому же источнику его указывают в списке литературы один раз; исключение составляют сборники статей при условии ссылки на разных авторов данного сборника. Если число авторов работы не более 4, то указывают всех авторов; в случае большего числа авторов указывают трех первых, затем ставится фраза «и др.»

Литературный источник оформляется в соответствии ГОСТ 7.1-2003. Сведения об источниках следует располагать в порядке появления ссылок на источники в тексте и нумеровать арабскими цифрами без точки и печатать с абзацного отступа. Ссылки на использованные источники следует приводить в квадратных скобках. **Библиографическая запись выполняется на языке оригинала.**

### Журналы

1 Третьяков Ю.Д. Процессы самоорганизации в химии материалов // Успехи химии. – 2003. – Т. 72, № 4. – С. 731-763.

2 Пак Н.С. Социологические проблемы языковых контактов // Вестник КазУМОиМЯ им. Абылай хана. Серия «Филология». – Алматы, 2007. – № 2(10). – С. 270-278.

### Книги

1 Назарбаев Н.А. В потоке истории. - Алматы: Атамур, 1999. – 296 с.

2 Надиров ПК. Высоковязкие нефти и природные битумы: в 5 т. – Алматы: Ғылым, 2001.

**Правила оформления и предоставления статей**

– Т. 4. – 369 с.

3 Гембицкий Е.В. Нейроциркуляторная гипотония и гипотонические (гипотензивные) состояния: руководство по кардиологии: в 5 т. / под ред. Е.И. Чазова. – М.: Изд-во Медицина, 1982. – Т. 4. – С. 101-117.

4 Портер М.Е. Международная конкуренция / пер. с англ.; под ред. В.Д. Щепина. – М.: Международные отношения, 1993. – 140 с.

5 Павлов Б.П. Батуев С.П. Подготовка водомазутных эмульсий для сжигания в топочных устройствах // В кн.: Повышение эффективности использования газообразного и жидкого топлива в печах и отопительных котлах. – Л.: Недра, 1983. – 216 с.

**Сборники**

1 Зимин А.И. Влияние состава топливных эмульсий на концентрацию оксидов азота и серы в выбросах промышленных котельных // Экологическая защита городов: тез. докл. науч.-техн. конф. – М: Наука, 1996. – С. 77-79.

2 Паржанов Ж.А., Моминов Х., Жигитеков Т.А. Товарные свойства каракуля при разном способе консервирования // Научно-технический прогресс в пустынном животноводстве и аридном кормопроизводстве: матер, междунар. науч.-практ. конф., поев. 1500-летию г. Туркестан. – Шымкент, 2000. – С. 115-120.

**Законодательные материалы**

1 Постановление Правительства Республики Казахстан. О вопросах кредитования аграрного сектора: утв. 25 января 2001 года, № 137.

2 Стратегический план развития Республики Казахстан до 2010 года: утв. Указом Президента Республики Казахстан от 4 декабря 2001 года, № 735 // [www.minplan.kz](http://www.minplan.kz). 28.12.2001.

3 План первоочередных действий по обеспечению стабильности социально-экономического развития Республики Казахстан: утв. Постановлением Правительства Республики Казахстан от 6 ноября 2007 года, №1039//[www.kdb.kz](http://www.kdb.kz).

4 Республика Казахстан. Закон РК. О государственных закупках: принят 21 июля 2007 года.

5 Стратегический план Агентства РК по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства на 2010-2014 годы: утв. постановлением Правительства РК от 3 марта 2010 года, № 17.

**Патентные документы**

1 А.с. 549473. Способ первичной обработки кожевенного сырья / Р.И. Лаупакас, А.А. Скородянис; опубл. 30.09.1989, Бюл. № 34. – 2 с.

2 Пат. 2187888 Российская Федерация, МПК 7 Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00. Приемопередающие устройства / Чугаева В.П.; заявитель и патентообладатель Воронеж. науч.-исслед. ин-т связи. – № 200131736/09; заявл. 18.12.00; опубл. 22.08.02, Бюл. № 23 (II ч.). – 3с.

**Газеты**

1 Байтова А. Инновационно-технологическое развитие – ключевой фактор повышения конкурентоспособности // Казахстанская правда. – 2009. – № 269.

2 На реализацию проекта «Актау-Сити» будет направлено 36 млрд. тг // Панорама - 2009, октябрь – 16.

3 Кузьмин Николай. Универсальный солдат. «Эксперт Online» <http://www.nomad.su> 13.10.2009.

**Ресурсы Internet**

1 Образование : исследовано в мире [Электронный ресурс]: междунар. науч. пед. интернет журнал с библиотекой депозитарием / Рос. акад. Образования ; Гос. науч. пед. б-ка им. К. Д. Ушинского. - Электрон, журн. – М., 2000. – Режим доступа к журн.: <http://www.oim.ru>, свободный.

2 Шпринц, Лев. Книга художника: от миллионных тиражей – к единичным экземплярам [Электронный ресурс] / Л. Шпринц. – Электрон. текстовые дан. – Москва: [б.и.], 2000. – Режим доступа: <http://atbook.km.ru/news/000525.html>, свободный.

**Правила оформления и предоставления статей****Неопубликованные документы****Отчеты о научно-исследовательской работе**

1 Формирование и анализ фондов непубликуемых документов, отражающих состояние науки Республики Казахстан: отчет о НИР (заключительный) / АО «Нац. центр научно-техн. информ.»: рук. Сулейменов Е. З.; исполн.: Кульевская Ю. Г. – Алматы, 2008. – 166 с. – № ГР 0107РК00472. – Инв. № 0208РК01670.

**Диссертации**

1 Хамидбаев К.Я. Каракульские смушки Казахстана и некоторые факторы, обуславливающие их изменчивость: автореф. ... канд. с.-х. наук: 06.02.01. – Алма-Ата: Атамура, 1968. – 21 с.

2 Избаиров А.К. Нетрадиционные исламские направления в независимых государствах Центральной Азии: дис. ... док. ист. наук: 07.00.03 / Институт востоковедения им.Р.Б. Сулейменова. – Алматы, 2009. – 270 с. – Инв. № 0509РК00125.

**Депонированные рукописи**

1 Разумовский В.А. Управление маркетинговыми исследованиями в регионе / Институт экономики. – Алматы, 2000. – 116 с. – Деп. в КазгосИНТИ 13.06.2000. – № Ка00144.

**Языки публикации:** казахский, русский, английский.

**Текст редактированию не подлежит, поэтому все материалы должны быть оформлены в соответствии с требованиями и тщательно отредактированы. Материалы, не соответствующие вышеуказанным требованиям, не рассматриваются и обратно не высылаются.**

Статья предоставляется в Департамент науки и инновации в одном экземпляре и на электронном носителе.

Оплата за публикацию статьи в журнале **1500 тенге.**

Взнос с пометкой «*Оплата за публикацию в республиканском научном журнале «Вестник Карагандинского государственного индустриального университета»*» перечисляется по адресу: 101400 г. Темиртау, пр. Республики, 30; Карагандинский государственный индустриальный университет, БИН 060940005033; ИИК KZ89826M0KZTD2999686, АО «АТФБанк», БИК ALMKNKZKA, БИН 980541000035.

**Правила оформления и предоставления статей****(ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ)**

МРНТИ 622.742

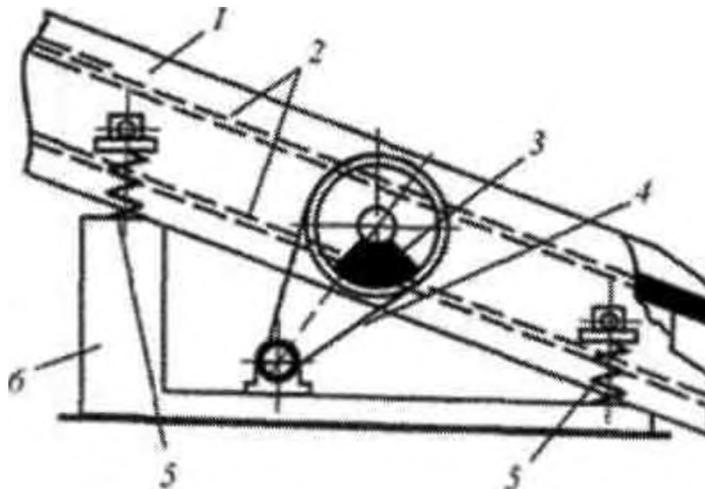
К.А. НОГАЕВ<sup>1</sup>, Н.Б. ОРАЗБЕКОВ<sup>1</sup>, А.Ш. КУСАИНОВ<sup>1</sup><sup>1</sup>(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)**МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ВИБРАЦИОННЫХ МАШИН**

**Аннотация.** Статья посвящена исследованию рабочих процессов вибрационных машин путем компьютерного моделирования. С использованием современной системы инженерного анализа «Autodesk Inventor» произведено динамическое моделирование работы вибрационного грохота. В ходе моделирования определены изменения положений, скорости и ускорения подвижных компонентов, реактивные силы в пружинах. По результатам моделирования установлено влияние скорости вращения вибровала на амплитуду.

**Ключевые слова:** вибрационная машина, моделирование, напряженно-деформированного состояния деталей, получение прочных конструкций.

Вибрационные машины и процессы получили широкое и разнообразное применение во многих отраслях промышленности. Уплотнение и измельчение, смешение и сепарация, забивка свай и бурение скважин, разгрузка смерзшихся материалов из транспортных средств и разработка мерзлых грунтов, погрузка насыпных материалов и отмывка песка и гравия - это далеко не полный перечень технологических переделов, в которых целенаправленное применение вибрационных машин приносит большую пользу [1].

(Далее текст)



1 – короб; 2 – просеивающая поверхность; 3 – вибровозбудитель; 4 – приводное устройство;  
5 – упругие виброизолирующие элементы; 6 – опорная рама

Рисунок 1. Схема вибрационного грохота

Динамическое моделирование дает возможность определить, насколько эффективно будет функционировать машина в реальных условиях.

(Далее текст)

**Правила оформления и предоставления статей****(ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ТАБЛИЦЫ)**

Таблица 2. Исследовательские подходы к изучению педагогических стереотипов

№	Исследовательский подход и его особенности	Автор подхода
1.	Деление стереотипов на позитивные/негативные или полезные /вредные в зависимости от способов и форм их использования	Чаплыгина Ю.С.
2.	Стереотип может выступать как некоторый сценарий ситуации и как собственно представление	Красных В.В., Прохоров Ю.Е.

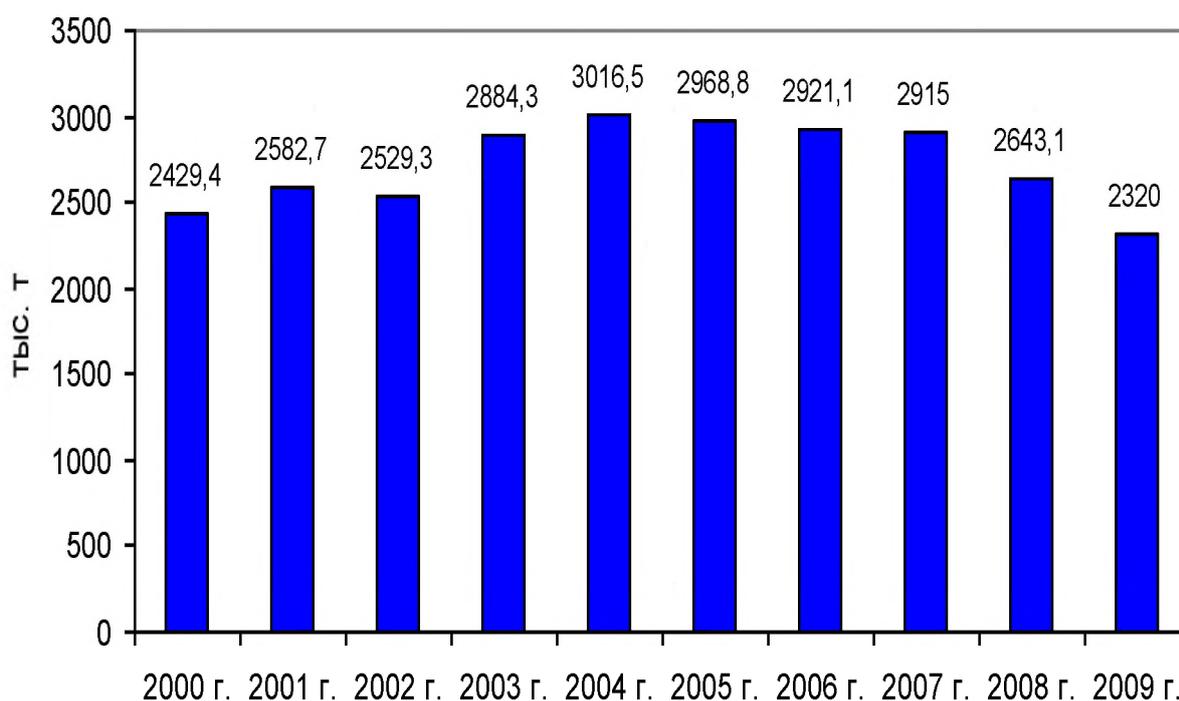
**(ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ДИАГРАММ)**

Диаграмма 1. Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (в тыс.тонн) от стационарных источников за период с 2000 по 2009 годы

**(ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ФОРМУЛ)**

Формула коэффициента эластичности спроса:

$$E_{DI} = (Q_2 - Q_1) : (Q_2 + Q_1) / (I_2 - I_1) : (I_2 + I_1) \quad (1)$$

где  $I_1$  – величина дохода до изменения,  $I_2$  – величина дохода после изменения,  $Q_1$  – величина спроса до изменения дохода,  $Q_2$  – величина спроса после изменения дохода.

**Правила оформления и предоставления статей****СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

- 1 Третьяков Ю.Д. Процессы самоорганизации в химии материалов // Успехи химии. – 2003. – Т. 72, № 4. – С. 731–763.
- 2 А.с. 549473. Способ первичной обработки кожевенного сырья / Р.И. Лаупакас, А.А. Скородянис; опубл. 30.09.1989, Бюл. № 34. – 2 с.
- 3 План первоочередных действий по обеспечению стабильности социально-экономического развития Республики Казахстан: утв. Постановлением Правительства Республики Казахстан от 6 ноября 2007 года, №1039//www.kdb.kz.
- 4 Республика Казахстан. Закон РК. О государственных закупках: принят 21 июля 2007 года.
- 5 Стратегический план Агентства РК по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства на 2010-2014 годы: утв. постановлением Правительства РК от 3 марта 2010 года, № 17.
- 6 Зимин А.И. Влияние состава топливных эмульсий на концентрацию оксидов азота и серы в выбросах промышленных котельных // Экологическая защита городов: тез. докл. науч.-техн. конф. – М.: Наука, 1996. – С. 77-79.
- 7 Павлов Б.П. Батуев С.П. Подготовка водомазутных эмульсий для сжигания в топочных устройствах // В кн.: Повышение эффективности использования газообразного и жидкого топлива в печах и отопительных котлах. – Л.: Недра, 1983. – 216 с.

К.А.Ногаев, Н.Б. Оразбеков, А.Ш. Кусаинов

**Вибрациялық машиналар жұмысын моделдеу**

**Аңдатпа.** Мақала вибрациялық машиналардың жұмыс үрдісін компьютерлік моделдеу жолымен зерттеуге арналған. Заманауи «Autodesk Inventor» инженерлік талдау жүйесін қолдана отырып вибрациялық елегіш жұмысын динамикалық моделдеу жүргізілген. Моделдеу барысында қозғалмалы компоненттердің орналасуларының, жылдамдықтарының және үдеулерінің өзгеруі, серіппелердегі реактивті күштер анықталды. Моделдеу нәтижесі бойынша вибробіліктің айналу жылдамдығының амплитудаға ықпалы тексерілді.

**Түйін сөздер:** вибрациялық машина, моделдеу, бөліктердің кернеулік-деформациялық күйлері, берік құрылымдарды алу.

K. Nogayev, N. Orazbekov, A. Kusainov

**Modeling of work vibrating machines**

**Abstract.** The article investigates the working processes of vibrating machines by computer simulation. The authors performed dynamic modeling of the vibrating screen using modern system of engineering analysis «Autodesk Inventor». In the process of modeling the changes of provisions, speed and accelerations of mobile components, reaction forces in springs were determined. As a result of modeling, the influence of speed rotation of the vibrating shaft on amplitude was established.

**Key words:** vibrating machine, modeling, stress-strain state of parts, obtaining durable structures.

Ответственный секретарь  
Технический редактор  
Компьютерная верстка

А.С. Ержанов  
А.С. Бактыбаева  
А.С. Бактыбаева

---

30.12.2019 ж. бастап басылып шығарылады. Пішімі 60×84 1/8. Кітап-журнал қағазы. Көлемі 25,5 шартты б.т. Таралымы 500 дана. Бағасы келісім бойынша. ПЖДО ҚМИУ. Тапсырыс № 425.

---

Дата выхода 30.12.2019 г. Формат 60×84 1/8. Бумага книжно-журнальная. Объем 25,5 уч.-изд.л. Тираж 500 экз. Цена договор. ЦПид КГИУ. Заказ № 425.

---