



TEMIR TAU TECH  
UNIVERSITY

Қарағанды мемлекеттік  
индустриялық университетінің  
**ХАБАРШЫСЫ**

**ВЕСТНИК**  
Карагандинского государственного  
индустриального университета

**BULLETIN**  
of the Karaganda state  
industrial university

[www.bulletin.ttu.edu.kz](http://www.bulletin.ttu.edu.kz)

2

(37) 2022

Қарағанды индустриялық университеті



ISSN 2309-1177

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

Периодичность 4 раза в год  
№ 2 (37) 2022 г.

**РЕСПУБЛИКАНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**

**«ВЕСТНИК КАРАГАНДИНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ИНДУСТРИАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА»**

Главный редактор – Б. Абдрасилов  
Ректор, доктор биологических наук, кандидат физико-математических наук

**«Қарағанды мемлекеттік индустриялық университетінің хабаршысы»**

**«Qaraǵandy memlekettik indýstrialyq úniversitetiniń habarshysy»**

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: **НАО «Карагандинский индустриальный университет»**

<b>Главный редактор</b>	
<b>Абдрасилов Болатбек Серикбаевич</b>	Член-корреспондент НАН РК, академик КазНАЕН, академик НАН ВШ РК, Председателя Правления-Ректор НАО «Карагандинский индустриальный университет»
<b>Редакционная коллегия</b>	
<b>Белов Николай Александрович</b>	д.т.н., профессор, директор инжинирингового центра ИЛТМ при кафедре «Технология литейных процессов», Национального исследовательского технологического университета «Московский институт стали и сплавов», РФ
<b>Ким Александр Сергеевич</b>	д.т.н., главный научный сотрудник лаборатории «Бор», «Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева», Казахстан
<b>Павлов Александр Васильевич</b>	д.т.н., профессор кафедры «Металлургия стали и ферросплавов», Национального исследовательского технологического университета «Московский институт стали и сплавов», РФ
<b>Панин Евгений Александрович</b>	PhD, ассоциированный профессор кафедры «Обработка металлов давлением», НАО «Карагандинский индустриальный университет», Казахстан
<b>Сапарходжаев Нурбек Пажарбекович</b>	PhD, ассоциированный профессор, Член Правления-Проректор по научной работе и международным связям НАО «Карагандинский индустриальный университет», Казахстан
<b>Ускенбаева Раиса Кабиевна</b>	Д.т.н., профессор, Директор института автоматизации и информационных технологий Казахского Национального Исследовательского Технического Университета им. К.И.Сатпаева
<b>Табунщик Галина Володимировна</b>	PhD, профессор кафедры программных средств, «Запорожский национальный технический университет», Украина
<b>Syed Abdul Rahman Al-Haddad</b>	PhD, профессор факультета компьютерных и коммуникационных систем, Universiti Putra Malaysia (UPM), Малайзия
<b>Смагулова Светлана Афанасьевна</b>	к.ф.-м.н., доцент, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией кафедры «Радиофизика и электронные системы» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова», РФ
<b>Бирюков Валерий Викторович</b>	Д.э.н., доцент, декан факультета инженерной экономики и менеджмента НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан
<b>Ответственный секретарь</b>	
<b>Жүнісқалиев Талғат Тоқашұлы</b>	М.т.н., директор Департамента науки, инновации и международным сотрудничеством НАО «Карагандинский индустриальный университет», Казахстан

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

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

## СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
<b>Раздел 1. Metallurgy</b> .....	<b>6</b>
1.1 Б.Н. НУРМАГАНБЕТОВА, Ж.О. НУРМАГАНБЕТОВ Применение флюсов при агломерации мелочи хромовой руды .....	7
1.2 M.YE. SAGADI, YE.K. KUATBAY, N.Z. SARSENOV, A.S. YERZHANOV Production of cut material from dispersed waste from the production of high-ash coal and silicon-aluminum complex ferroalloys .....	16
1.3 М.Е. САҒАДИ, А.М. ӘБДІРАШИТ, Е.Қ. ҚУАТБАЙ Жоғары күлді көмір мен кремний-алюминийлі кешенді ферроқорытпалар өндірісінің дисперсті қалдықтарынан кесектелген материал алу .....	23
1.4 М.И. РУМЯНЦЕВ, А.Н. ЗАВАЛИЩИН Прогнозирование напряжения текучести при прокатке стали с произвольной химической композицией .....	30
<b>Раздел 2. Информационно-коммуникационные технологии</b> .....	<b>41</b>
2.1 А.А. СМАЙЛ, З.А. БАЯСИЛОВА Обзор методов управления электрическими режимами .....	42
2.2 A.A. SIDOROVA, A.R. PANTIUKHIN, V.I. GONCHAROV Development of Numerical Method for Obtaining ACS Reference Models by Direct Quality Measures .....	53
2.3 И.Е. ЕЛИБАЕВА, Т.С. КЕНЖЕБАЕВА Разработка системы наблюдения за наполнением мусорных баков для оптимизации процесса вывоза мусора» .....	63
2.4 Е.А. ТУЛЕШОВ, Ш.С. БЕРЖАНОВ Баспа платаларын өндіру үшін өрнекті металдандырудың аддитивті процесін химиялық мыспен жалату әдістерін салыстыру. ....	69
2.5 Е.К. ШАЙКЕМЕЛОВ, Е.А. ТУЛЕШОВ RoHS талаптарына сайкес баспа платаларының құрылымын зерттеу .....	76
2.7 Р.А. КАЛИЕВ, В.В. ЯВОРСКИЙ Разработка расширений типовых конфигураций на базе платформы "1С: Предприятие 8.3" .....	81

**Содержание**

<b>Раздел 3. Технические науки и технологии</b> .....	<b>88</b>
3.1 Н.Н. АСАБИНА <i>Исследование влияния режима чисто фосфатной щелочности на межкристаллитную коррозию металла паровых котлов</i> .....	89
3.2 Б.А. БАЗАРОВ, А.Н. КОНАКБАЕВА, А.В. МЕЗЕНЦЕВА, Р.В. ГЕВОРКЯН <i>Өңделетін аумақтардағы үшбұрышты пішінді іргетас құрылымының бір бұрышын созылу аймағында орналастырумен ғимарат арқалығын тензометриялық зерттеу</i> .....	95
3.3 Б.А. БАЗАРОВ, А.Н. КОНАКБАЕВА, Т.П. СУЧИЛИНА, И.Б. КАМАЛОВ <i>"АрселорМиттал Теміртау" АҚ "Саран"шахтасының № 3 ауданының скиптік оқпанының көмір көтергіш өм ғимаратының құрылыс конструкцияларының жай-күйін сараптамалық тексеру</i> .....	100
3.4 А.А. ЧЕРНЫШЕВА, В.Л. ЛЕХТМЕЦ, Т.С. КАППАРОВА, Е.С.КЛИМЕНКОВА <i>Защита окружающей среды от отходов потребления</i> .....	104
<b>Раздел 4. Социально-гуманитарные науки Экономика</b> .....	<b>111</b>
4.1 М.М. TATIEVA, К.А. BAYASSILOVA <i>The development of e-commerce in Kazakhstan in the post-COVID period</i> .....	112
4.2 А.В. MUKATAY, А.К. ZHUNUSSOVA, YU.F. SHARIPOVA, N.V. DRUZHININA <i>Applying of b. Bloom's Taxonomy in the english lesson</i> .....	119
4.3 А.Б. ТРУС <i>Влияние дистанционного формата обучения на занятия физической культурой в вузе</i> .....	123
4.4 А.В. TRUS <i>The method of circular training in improving the motor qualities of students in physical education classes</i> .....	128
4.5 Р.К. КОЛЕСНИКОВА <i>Влияние физической культуры на социальную активность студентов</i> .....	132
4.6 А.Л. МОСУНОВ <i>Физическая культура и спорт в системе ценностей студентов</i> .....	136
4.5 Ә.С. АҚМАҒАНБЕТОВА, Л.В. ЧЕПЕЛЯН <i>Компания өнімділігін басқару құралы ретіндегі KPI жүйесі</i> .....	141
<b>Сведения об авторах</b> .....	<b>147</b>
<b>Правила оформления и предоставления статей</b> .....	<b>148</b>



**Раздел 1**

**Металлургия.**

## Раздел 1. «Металлургия»

DOI 10.53002/2022.2-2309-1177.01  
МРНТИ 53.03.01  
УДК 669.168

Б.Н. Нурмаганбетова, Ж.О. Нурмаганбетов

*Екибастузский инженерно-технический институт им. академика К. Сатпаева, Экибастуз,  
Қазақстан,  
Кокшетауский университет им. Ш. Уалиханова, Кокшетау, Казахстан  
(e-mail.ru: [nbn2267@mail.ru](mailto:nbn2267@mail.ru))*

### Применение флюсов при агломерации мелочи хромовой руды

В статье рассмотрены различные флюсующие материалы для использования тугоплавких хромовых руд при агломерации. Проблема формирования мелкой фракции хромовой руды и вовлечения ее в производство ферросплавов актуальна и на сегодня. В отвалы поступает мелкие фракции хромовой руды в количестве 20-50% от общего объема добычи, что приводит к дефициту и росту стоимости кусковой руды на ферросплавных заводах РК и РФ.

Для установления рационального состава аглошихты были проведены несколько серий предварительных спеканий с добавлением различных флюсующих материалов. Анализ результатов экспериментов показал, что достаточно высокие показатели выхода годного, удельной производительности и прочности агломерата достигаются при содержании компонентов, % мас.: ~5 глины; 6–7 коксика; 6–8 влаги.

*Ключевые слова:* агломерация, агломерат, спекание, газопроницаемость, отходящие газы, хромшпинелид, хроморудная мелочь, флюс, кварцит, глина.

#### *Введение*

Агломерация хромитовой руды вызывает сложность получения требуемых характеристик по прочности агломератов из-за высоких температур плавления зерен хромшпинелида и относительно небольшого количества жидкой фазы (цементирующей связи) по сравнению с железорудным сырьем.

Ранее в работе [1] приводились промышленные условия агломерации хромовых руд: смесь, состоящую из хромовой руды, коксика, магнезита и кремнезема спекают при 1550°C. Агломерат имеет высокую прочность и выход годного 85% [1].

Хитрик С.И. разработал технологию предварительной подготовки хромовой руды путем агломерации, где использовался силикат натрия [2]. Из-за агрессивности паров натрия, выделяющихся при последующей плавке такого окускованного сырья в электропечи, технология не применялась.

В институте Уралмеханобр [3] провели исследования спекания шихты, состоящей из 70% хромитовой руды (53% Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) и 30% возврата крупностью 0–6 мм, которые показали, что при увеличении расхода коксика до 10% агломерат имел низкую прочность. Вследствие плохой оплавленной структуры агломерата, выход мелочи составлял более 35%, размером менее 5 мм. Для повышения прочности агломерата в шихту вводили до 7–45% железорудного концентрата и 12–20% известняка для получения легкоплавких соединений. Но такой прием приводил к снижению отношения концентраций хрома и железа.

В работе [4] приводятся результаты исследований спекания хроморудной мелочи без использования флюсов при разной высоте слоя спекаемой шихты от 200 до 240 мм. Показано, что спекание хромовой руды возможно без флюсов с высоким расходом кокса (18–20%). Однако при этом поднимается температура отходящих газов (с 600 до 860°C), что неблагоприятно может сказаться на



## Раздел 1. «Металлургия»

стойкости технологического оборудования. Успешное спекание может быть проведено при добавках флюсов, существенно снижающих температуру формирования и плавления составляющих шихты.

Эксперименты с добавкой различных флюсов проведены в работе [5] при добавке различных флюсов и переменном расходе топлива по результатам лабораторных экспериментов в аглошаше диаметром 205 мм и высотой слоя материала 250 мм. В качестве флюса применялся кварцит разной крупности (0–3; 0–1 и –0,5 мм) в количестве 13,5% мас.: при крупности кварцита 0–3 мм прочность по ГОСТ 15137–77 составила 39,3% (содержание класса +5 мм), а при использовании кварцита фракции 0–1 и 0–0,5 мм прочность агломерата повысилась до 62,0 и 64,5%, соответственно. В связи с чем в работе [5] был сделан вывод о необходимости применять кварцит крупностью менее 1 мм в количестве 13,5% мас., что в промышленных условиях связано с трудностями и дополнительными затратами на измельчение кварцита.

В работе [5] также было оценено влияние на показатели агломерации добавки таких флюсов как кварцевый песок (в количестве 10% мас.), что позволило увеличить выход годного агломерата до 81,9% и прочность до 70,3%. В качестве еще одного альтернативного варианта флюса было предложено вводить в состав аглошихты бой силикатного стекла в количестве 10% мас., что по данным автора позволяет достичь прочности агломерата 68,5%.

Еще одним вариантом флюса для снижения температуры плавления хромовой руды является шлак от выплавки ферросиликохрома, добавка которого в количества 10% мас. позволяет получать агломерат приемлемой прочности (68,0%). Недостатком применения такого флюса следует считать ограниченность его образования при выплавке ферросплавов (кратность шлака при выплавке ферросиликохрома составляет 0,05–0,07); данный шлак полностью используется при производстве высокоуглеродистого феррохрома в качестве кремнезем – содержащего флюса, а замена его на кварцит неравнозначна и составляет в соотношении приблизительно 1:2,5.

### Основная часть

Для определения рационального количества кокса, флюса, возврата, влажности аглошихты были проведены несколько серий предварительных спеканий. В одной из серий экспериментов содержание глины в шихте варьировалось в широких пределах (1–10%). В широком диапазоне изменения входных параметров было оценено изменение основных показателей процесса агломерации шихт с добавлением флюсующих материалов. Анализ результатов экспериментов показал, что достаточно высокие показатели выхода годного, удельной производительности и прочности агломерата достигаются при содержании компонентов, % мас.: ~5 флюсов (глин); 6–7 коксика; 6–8 влаги. Перед использованием флюсы подвергались сушке (70–100°C), измельчению и расसेву на классы –1 мм и –3 мм. Используемый в аглошихте возврат имел крупность 0–8 мм.

Для постели применялся агломерат фракции 8–10 мм. Количество возврата, коксика и влажность шихты соответствовали промышленным условиям аглопроизводства АО "Аксуцкий завод ферросплавов". Спекание хромовой руды проводили на агломерационной установке (рисунок 1) в лаборатории ТОО «НИИЦ ERG», размещенной на территории НИИЦ Аксуского завода ферросплавов (Казахстан).

Компоненты шихты в сухом виде взвешивали, смешивали в барабане, увлажняли до заданного значения (8%) и окомковывали в течение 3 мин. После этого для определения степени окомкования по методике [6] отбирали пробу шихты массой 2 кг.

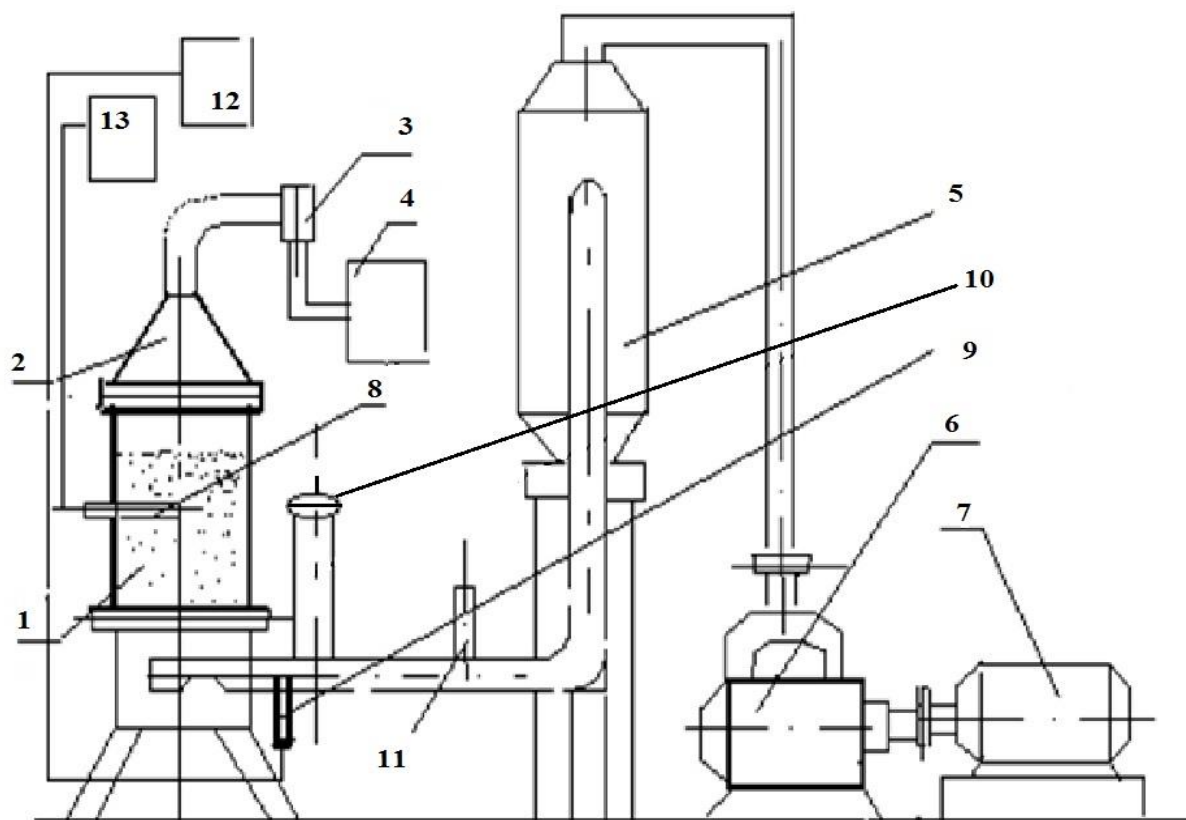
Опытные спекания проводили на агломерационной установке с чашей диаметром 260 мм, высотой 500 мм. Шихту подавали в чашу, засыпая равномерно по краю, стремясь не допустить сегрегации материала и бортовых прососов. При спекании высота слоя постели и аглошихты во всех случаях составляла соответственно 50 и 450 мм.

После окончания загрузки шихты в чашу и проведения всех подготовительных работ включали эксгаустеры.

При установлении постоянного разрежения под колосниковой решеткой и перепада давлений на диафрагме осуществляли зажигание. Разрежение во всех экспериментах было в пределах 9,0–9,5 кПа.

Для замера температуры в слое использовали термопары ВР-5/20, а для отходящего газа – термопару ХК(L), установленную на расстоянии 60 мм ниже колосниковой решетки, перед шибером (рисунок 1).

## Раздел 1. «Металлургия»



1 – аглочаша; 2 – колпак; 3 – диафрагма для замера расхода воздуха; 4 – дифманометр ГСП; 5 – циклон; 6 – вакуумный водокольцевой насос ВВН1-6УХЛ4; 7 – электродвигатель УЗ; 8 – термопары вольфрамрений- вольфрамрениевые ВР-5/20; 9 – термопара хромель-копель ХК(L); 10 – шибер регулировки разрежения; 11 – вакууметр МПЗ-У; 12 – самописец (КСП-4); 13 – милливольтметр (Щ 4313)

Рисунок 1. Агломерационная установка

Окончание процесса спекания определяли по снижению температуры отходящих газов и повышению газопроницаемости слоя (падению разрежения), а также показаниям термопар в слое агломерата. За окончание процесса спекания принимался момент времени, когда температура отходящих газов понижалась на 20°C от максимального значения (400°C), и, соответственно, этот же момент времени считали за начало охлаждения аглоспека. Соответственно, максимальные температуры в слое соответствовали моменту образования ~50% расплава (середине процесса спекания), а последующее охлаждение прекращали при снижении температуры аглогазов до уровня 100 °С.

Выход годного агломерата определяли согласно ГОСТ 25471-82 (троекратное сбрасывание с высоты 2 м на стальную плиту). Испытание агломерата на прочность проводили в соответствии с ГОСТ 15137-77 (15 кг фракции +5–40 мм, 200 оборотов барабана), после отсева определяли прочность на удар и истирание.

На первом этапе были проведены эксперименты с бускульской, карасорской и экибастузской глинами без добавления микросилики (№1 – 10, таблица 1).

На втором этапе в экспериментах использовались бускульская, карасорская и экибастузская глины фракции от 0 до 3 мм с добавлением микросилики (№11–19, таблица 1).

На третьем этапе исследований в шихту добавляли калкаманскую и карасорскую глину без микросилики (№20–26, таблица 1).

**Раздел 1. «Металлургия»**

Таблица 1. Составы аглошихт для опытных спеканий

Этапы	№	Состав аглошихты, %											
		Хромовая руда	Глина бускульская	Глина карасорская	Глина экибастузская	Глина калкаманская	Микросилика	*Оборотный песок	*Бентонит	*Строительный песок	Возврат	Коксик	Влажность шихты
1	1	65	3	-	-	-	-	-	-	-	25	7	8
	2	63	5	-	-	-	-	-	-	-	25	7	8
	3	61	7	-	-	-	-	-	-	-	25	7	8
	4	65	-	3	-	-	-	-	-	-	25	7	8
	5	63	-	5	-	-	-	-	-	-	25	7	8
	6	61	-	7	-	-	-	-	-	-	25	7	8
	7	68	-	-	5	-	-	-	-	-	20	7	7
	8	63	-	-	10	-	-	-	-	-	20	7	7
	9	68	-	5	-	-	-	-	-	-	20	7	7
	10	63	-	10	-	-	-	-	-	-	20	7	7
2	11	58,5	2,5	-	-	-	2	-	-	-	30	7	8
	12	68	3	-	-	-	2	-	-	-	20	7	7,5
	13	65,5	4	-	-	-	3,5	-	-	-	20	7	7
	14	63	-	3	-	-	2	-	-	-	25	7	8
	15	62	-	4	-	-	2	-	-	-	25	7	8
	16	61	-	5	-	-	2	-	-	-	25	7	8
	17	63	-	-	3	-	2	-	-	-	25	7	8
	18	62	-	-	4	-	2	-	-	-	25	7	8
	19	61	-	-	5	-	2	-	-	-	25	7	8
3*	20	68	-	1	-	-	-	-	-	-	25	6	8
	21	68	-	-	-	1	-	-	-	-	25	6	8
	22	66	-	-	-	3	-	-	-	-	25	6	8
	23	66	-	-	-	5	-	2	-	-	25	6	8
	24	56	-	-	-	-	-	8	-	-	30	6	8
	25	61	-	-	-	-	-	5	3	-	25	6	8
	26	61	-	-	-	-	-	-	-	8	25	6	8

\*20 – 26 – по данным [8 – 10]

Учитывая положительные результаты работы [7], где в шихту для получения хромового агломерата в качестве флюсующих добавок использовали собственные отходы производства ферросплавов и забалансовые боратовые руды в количестве 5 и 10%, в наших экспериментах для улучшения экологичности производства был испытан вариант использования вместе с глинами техногенного сырья - микросилики, улавливаемой в рукавных фильтрах рудовосстановительных электропечей при производстве ферросилиция, в количестве 2–3,5%. Полученные результаты сравнивались с базовым вариантом агломерации хромитовой руды в условиях АО "Аксуский завод ферросплавов" (№24–26, таблица 1).

*Результаты и обсуждение*

**Раздел 1. «Металлургия»**

Результаты опытных спеканий представлены в таблице 2. В отличие от "базовой" технологии агломерации с применением в шихте строительного и оборотного песка (таблица 1.), в опытах с применением глин в качестве флюсов (таблица 1., №1–10), производительность агломашины возрастала с 0,626 до 1,08 т/м<sup>3</sup>·ч.

Таблица 2. Результаты опытных спеканий

Этапы	№*	Показатели				
		Выход годного агломерата, %	Производительность, т/м <sup>2</sup> ·ч	Прочностные характеристики		Максимальная температура отходящих газов, °С***
				+5 мм	–0,5 мм	
1	1	69	0,60	53	8	379
	2	74	0,85	64	8	337
	3	76	0,93	64	8	340
	4	80	0,89	62	8	360
	5	80	1,08	67	8	361
	6	82	1,10	67	8	352
	7	72	0,90	52	11	386
	8	79	0,88	50	9	376
	9	77	0,96	55	10	413
	10	71	0,86	61	12	404
2	11	80	0,91	66	11	405
	12	70	0,90	64	15	313
	13	86	0,86	65	15	339
	14	84	0,94	64	10	312
	15	81	0,96	60	10	312
	16	78	0,93	57	12	295
	17	80	1,01	55	11	273
	18	79	0,86	59	14	280
	19	80	0,83	61	14	299
3	20**	70	0,73	64	12	372
	21**	67	0,692	64	14	342
	22**	66	0,782	66	12	349
	23**	70	0,972	63	14	375
	24**	67	0,626	67	15	372
	25**	71	1,223	64	12	368
	26**	68	0,725	65	13	367

\* Номера соответствуют составам шихт в таблице 3.2

\*\* 20–26 – по данным АО "Аксуский завод ферросплавов" [8–10]

\*\*\* Максимальная температура в слое изменялась в пределах 1350 – 1450°С

При использовании глин совместно с микросиликой (таблица 1, №11–19), наряду с ростом производительности отмечено улучшение прочностных характеристик агломерата и увеличение выхода годной фракции +8 мм (на 2 и 4%, соответственно). При добавке к глинам микросилики в количестве 2% скорость спекания и выход годного агломерата в опытах достигли максимальных значений (опыты №12 и 14 в таблице 1).

При использовании карасорской глины (3, 5, 7% от массы шихты) (таблица 1, №4–6, этап 1) прочность агломерата менялась в пределах 62–67%, в то время как при использовании экибастузской глины (5 и 10%) прочность агломерата снижалась при увеличении выхода годного агломерата.

## Раздел 1. «Металлургия»

Выход годного агломерата во всех опытах, где в состав шихты входили глины и микросилика, выше, чем в базовом варианте. Прочность агломератов с бускульской глиной сопоставима с прочностью агломератов с карасорской глиной, но по выходу годного агломерата показатели с бускульской глиной ниже. С увеличением количества карасорской глины до 7% выход годного находится в пределах 80–82%, а с добавлением микросилики в количестве 2% при содержании в шихте глины 3% он увеличивается до 84%. Добавка глин в аглошихту способствовала увеличению удельной производительности аглоустановки.

Рост производительности во всех спеканиях был обусловлен увеличением степени окомкования шихт на 7–12,5% по сравнению с базовой шихтой. Достигнутая удельная производительность аглоустановки с использованием аглошихты с калкаманской глиной составила 0,972 т/(м<sup>2</sup>·ч), (что выше чем в базовом варианте на 55%), а в варианте с карасорской глиной составила 1,08 т/(м<sup>2</sup>·ч). Относительно базового варианта выросли скорости спекания и охлаждения (соответственно, на 36,1% и 32%).

Наилучшие показатели удельной производительности получены при использовании аглошихты с 5% калкаманской и карасорской глин. При этом, выход годного увеличился до 80%, что выше базового варианта на 20%.

Прочность агломератов с добавлением экибастузской глины (в количестве 5%) ниже по сравнению с образцами, полученными с добавкой бускульской глины (в количестве 5%) ~ на 3%, что, по всей вероятности, связано с отличиями в количестве и условиях образования жидкой фазы.

Следует отметить, что увеличение доли глины в аглошихте выше 5% нежелательно, так как это приводит к разубоживанию агломерата по содержанию оксида хрома.

Как показали эксперименты (таблица 2.), хорошим вариантом является применение комплексного флюса, представляющего собой смесь карасорской глины с микросиликой (опыты №14–16).

В таблице 2 приведены усредненные показатели агломерации с использованием различных флюсующих материалов; как следует из таблицы, основные показатели агломерации хромовой руды с использованием калкаманской и карасорской глины выше, чем при использовании традиционных флюсующих материалов (строительный и оборотный песок и микросилика), но при этом значительно ниже, чем при использовании бентонита (таблица 2, опыты №23 и 25).

Результаты исследований показали, что использование в аглошихте алюмосиликатных глин улучшает основные показатели агломерации хромовых руд, а если принимать во внимание сравнительно высокую стоимость бентонитовых глин и их доставки на предприятие, то предлагаемые нами глины имеют несомненные преимущества.

На основе экспериментальных данных наилучшие показатели по выходу годного и прочностным характеристикам агломератов были получены с применением шихт, включающих:

- карасорскую глину в количестве 5% (выход годного >82% и прочность агломерата ~67%, производительность 1,08 т·м<sup>2</sup>/ч);

- карасорскую глину в смеси с микросиликой (выход годного 78–84% и прочность агломерата 57–64%, производительность 0,93–0,96 т·м<sup>2</sup>/ч);

- бускульскую глину в смеси с микросиликой (выход годного >80% и прочность агломерата ~65%, производительность 0,86–0,91 т·м<sup>2</sup>/ч);

- экибастузскую глину в смеси с микросиликой (выход годного 79–80% и прочность агломерата ~55–61%, производительность 0,83–1,01 т·м<sup>2</sup>/ч).

- Показана принципиальная возможность получения качественного хромового агломерата с использованием карасорской, экибастузской и бускульской глин в качестве флюсов.

- При использовании глин (особенно карасорской) основные показатели процесса агломерации: скорость спекания, выход годного и прочностные характеристики агломерата – выше, чем при использовании стандартной аглошихты, где в качестве флюса обычно используют строительный и оборотный песок.

## **Раздел 1. «Металлургия»**

– В результате проведенных серий опытных спеканий установлено, что применение глин взамен кварцита, а также сочетаний глин с микросиликой взамен кварцита с микросиликой, позволяет сохранить прочность готового агломерата на сопоставимом уровне (62–67%). Применение карасорской глины позволяет увеличить в среднем производительность агрегата на 19% за счет роста скорости спекания по сравнению с базовым вариантом.

– Выявлено улучшение показателей спекания при использовании комплексного флюса, содержащего в своем составе глины и микросилику.

– Для уточнения отличий влияния разных глин и добавки к ним микросилики на показатели процесса агломерации необходимо понимание механизма образования спека (и связки) в структуре хромового агломерата:

– определение влияния добавки достаточно больших количеств (до 10% мас.) глин к хромовой руде на формирование прочного спека зерен хромшпинелида и связки агломерата, а также характер распределения компонентов пустой породы руды и флюсов в спеке;

– проведение сравнения влияния добавки предлагаемых алюмосиликатных глин и кремнеземсодержащего флюса (мелкодисперсной микросилики) на структуру спека;

– изучение фазового состава спеков хромовой руды с различными алюмосиликатными глинами и микросиликой;

– исследование температурных характеристик процессов, протекающих при нагреве хромовой руды с добавлением алюмосиликатных глин, микросилики и "традиционных" флюсов (кварцита).

### Список использованной литературы

- 1 Рысс, М.А. Производство ферросплавов [Текст]/ М.А. Рысс. – М.: Metallurgy, 1985. – 347 с.
- 2 Хитрик, С.И. Электрометаллургия феррохрома [Текст] / С.И. Хитрик, Б.Н. Емлин, А.П. Ем, М.И. Гасик, А.В. Рабинович – М.: Metallurgy. – 1968. – 148 с.
- 3 Хохлов, Д.Г. Разработка технологии окускования хромитовых руд и концентратов [Текст]/ Д.Г. Хохлов, Ю.А. Гырдымов, Ю.А. Саблин // Науч. труды Уралмеханобр. – Свердловск: Уралмеханобр, 1965. – №12. – С. 43 – 45.
- 4 Banerjee, G.N. Sintering studies on chromite fines and concentrates and some design aspects [Текст] / G.N. Banerjee, R. Dasgupta, B.K. Mishra // Journal of Mines, Metals and Fuels, 2010. – Vol. 58, Issue 9. – P. 251–254.
- 5 Кашин, В.В. Теоретические и технологические основы подготовки шихты и формирования агломератов из железных, хромовых и бокситовых руд [Текст]: дисс. докт. техн. наук. 05.16.02. – Екатеринбург, 2000. – 288 с.
- 6 Коротич В.И. Теоретические основы окомкования железорудных материалов. – М.: Metallurgy, 1966. – 150 с.
- 7 Ким, А.С. Разработка теоретических основ и технологии переработки хромовых и марганцевых руд Казахстана с использованием борсодержащих флюсов [Текст]: автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.16.02 / Ким Александр Сергеевич – Караганда: ХМИ, 2010. – 34 с.
- 8 Байдилов, Е.К. Повышение производительности агломашины за счет совершенствования процессов предварительной грануляции аглошихты с добавкой бентонита [Текст] / Е.К. Байдилов, М.П. Куландин, К.С. Билялов, А.Г. Калиакпаров // Сб.тр. VI молодежной научно-технической конференции «Молодежь – будущее Компании», Актобе: КАЗХРОМ, 2013. – С. 104 – 112.

## Раздел 1. «Металлургия»

9 Калиакпаров, А. Г. Подбор оптимальной шихты для агломерации хромового сырья в условиях агломерационного цеха Аксуского завода ферросплавов [Текст] / А.Г. Калиакпаров, А.Н. Рындин, А.И. Кузнецов, К.С. Билялов // Сб. тр. международной научно-практической конференции. Абишевские чтения – 2011: «Гетерогенные процессы в обогащении и металлургии». – Караганда: Карагандинская полиграфия, 2011. – С. 211 – 212.

10 Суслов, А.В. Использование пыли сухих газоочисток от производства кремнистых сплавов [Текст] / А.В. Суслов, А.С. Ким, А.Г. Калиакпаров, А.И. Кузнецов, А.Н. Рындин // Сб. тр. международной научно-практической конференции. Металлургический кремний – 2012. «Физико-химические процессы и технологии получения металлургического кремния» – Караганда: ХМИ им. Ж. Абишева, 2012. – С. 45 – 46.

Б.Н. Нурмаганбетова, Ж.О. Нурмаганбетов

### Применение флюсов при агломерации мелочи хромовой руды

Мақалада агломерация кезінде баяу балқитын хром кендерін пайдалануға арналған түрлі флюс жасайтын материалдар қарастырылған. Хром рудасының ұсақ фракциясын қалыптастыру және оны ферроқорытпа өндірісіне тарту проблемасы бүгінгі күні де өзекті. Үйінділерге жалпы өндіру көлемінің 20-50% мөлшерінде хром кенінің ұсақ фракциялары түседі, бұл ҚР және РФ ферроқорытпа зауыттарында кесекті кен құнының тапшылығына және өсуіне алып келеді.

Аглошихтаның ұтымды құрамын анықтау үшін әртүрлі ағынды материалдарды қосу арқылы бірнеше алдын-ала агломерациялар жүргізілді. Эксперименттер нәтижелерін талдау агломераттың жарамды, меншікті өнімділігі мен беріктігінің жеткілікті жоғары шығу көрсеткіштеріне құрамдастардың құрамы кезінде қол жеткізілетіндігін көрсетті, % мас.: ~5 балшық; 6-7 Кокс; 6-8 ылғал.

*Түйін сөздер:* агломерация, агломерат, агломерация, газ өткізгіштігі, шығатын газдар, хромшпинелид, хромды ұсақ-түйек, флюс, кварцит, саз.

B.N. Nurmaganbetova, J.O. Nurmaganbetov

### The use of fluxes in the agglomeration of chromium ore fines

The article discusses various fluxing materials for the use of refractory chrome ores during agglomeration. The problem of forming a fine fraction of chromium ore and involving it in the production of ferroalloys is still relevant today. The dumps receive small fractions of chromium ore in the amount of 20-50% of the total production volume, which leads to a shortage and an increase in the cost of lump ore at ferroalloy plants of the Republic of Kazakhstan and the Russian Federation.

To establish the rational composition of the sinter, several series of preliminary sintering were carried out with the addition of various fluxing materials. The analysis of the experimental results showed that sufficiently high yield, specific productivity and strength of the agglomerate are achieved with the content of components, % by weight: ~5 clays; 6-7 coke; 6-8 moisture.

*Keywords:* agglomeration, agglomerate, sintering, gas permeability, waste gases, chrome spinelide, chromium ore fines, flux, quartzite, clay.

**Раздел 1. «Металлургия»**

## References

- 1 Ryiss, M.A. *Proizvodstvo ferrosplavov [Tekst]* / M.A. Ryiss. – M.: Metallurgiya, 1985. – 347 s.
- 2 Hitrik, S.I. *Elektrometallurgiya ferrohroma [Tekst]* / S.I. Hitrik, B.N. Emlin, A.P. Em, M.I. Gasik, A.V. Rabinovich – M.: Metallurgiya. – 1968. – 148 s.
- 3 Hohlov, D.G. *Razrabotka tehnologii okuskovaniya hromitovyih rud i kontsentratorov [Tekst]* / D.G. Hohlov, Yu.A. Gyirdyimov, Yu.A. Sablin // *Nauch. trudy Uralmehanoobr.* – Sverdlovsk: Uralmehanoobr, 1965. – #12. – S. 43 – 45.
- 4 Banerjee, G.N. *Sintering studies on chromite fines and concentrates and some design aspects [Tekst]* / G.N. Banerjee, R. Dasgupta, B.K. Mishra // *Journal of Mines, Metals and Fuels*, 2010. – Vol. 58, Issue 9. – P. 251–254.
- 5 Kashin, V.V. *Teoreticheskie i tehnologicheskie osnovy podgotovki shihty i formirovaniya aglomeratov iz zheleznyih, hromovyih i boksitovyih rud [Tekst]: diss. dokt. tehn. nauk. 05.16.02.* – Ekaterinburg, 2000. – 288 s.
- 6 Korotich V.I. *Teoreticheskie osnovy okomkovaniya zhelezorudnyih materialov.* – M.: Metallurgiya, 1966. – 150 s.
- 7 Kim, A.S. *Razrabotka teoreticheskikh osnov i tehnologii pererabotki hromovyih i margantsevyih rud Kazahstana s ispolzovaniem borsoderzhaschih flyusov [Tekst]: avtoref. dis. ... dokt. tehn. nauk: 05.16.02 / Kim Aleksandr Sergeevich – Karaganda: HMI, 2010. – 34 s.*
- 8 Baydilov, E.K. *Povyishenie proizvoditelnosti aglomashiny za schet sovershenstvovaniya protsessov predvaritelnoy granulyatsii agloshihty s dobavkoy bentonita [Tekst]* / E.K. Baydilov, M.P. Kulandin, K.S. Bilyalov, A.G. Kaliakparov // *Sb.tr. VI molodezhnoy nauchno-tehnicheskoy konferentsii «Molodezh – budushee Kompanii»*, Aktobe: KAZHROM, 2013. – S. 104 – 112.
- 9 Kaliakparov, A. G. *Podbor optimalnoy shihty dlya aglomeratsii hromovogo syirya v usloviyah aglomeratsionnogo tseha Aksuskogo zavoda ferrosplavov [Tekst]* / A.G. Kaliakparov, A.N. Ryindin, A.I. Kuznetsov, K.S. Bilyalov // *Sb. tr. mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Abishevskie chteniya – 2011: «Geterogennyye protsessy v obogaschenii i metallurgii».* – Karaganda: Karagandinskaya poligrafiya, 2011. – S. 211 – 212.
- 10 Suslov, A.V. *Ispolzovanie pyili suhikh gazoochistok ot proizvodstva kremnistyih splavov [Tekst]* / A.V. Suslov, A.S. Kim, A.G. Kaliakparov, A.I. Kuznetsov, A.N. Ryindin // *Sb. tr. mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Metallurgicheskiy kremniy – 2012. «Fiziko-himicheskie protsessy i tehnologii polucheniya metallurgicheskogo kremniya»* – Karaganda: HMI im. Zh. Abisheva, 2012. – S. 45 – 46.



**Раздел 1. «Металлургия»**

DOI 10.53002/2022.2-2309-1177.02

МРПТИ 53.31.15

M.Ye. Sagadi<sup>1</sup>, Ye.K. Kuatbay<sup>1</sup>, N.Z. Sarsenov<sup>1</sup>, A.S. Yerzhanov<sup>1</sup><sup>1</sup>*Karaganda industrial University», Temirtau , Kazakhstan  
(E-mail.ru: [kazakh\\_84@mail.ru](mailto:kazakh_84@mail.ru))***Production of cut material from dispersed waste from the production of high-ash coal and silicon-aluminum complex ferroalloys**

In this article, the loss of silicon and aluminum oxide during the melting of high-silicon alloys, including in the production of a silicon-aluminum complex alloy, occurs in the gas phase in the subtototic state. In the process of melting ferrosilicoaluminium (FSA), it is very important that the furnace is in a working state, and the furnace is located on the bar layer. In this regard, during melting, the furnace should always be controlled, and the charge materials should have the shape of an electrode cone. It is possible to return these named subtototes to production by processing them.

Analysis of the results of this silicon-aluminum production, depending on the course of the smelting process, up to 20-30% of dust is formed per 1 ton of FSA. The dust formed in gas purifiers contains up to 70-75% silicon oxide and up to 20-25% aluminum oxide. Well, these oxides can be called a valuable source of raw materials for future production. As a result of the study, the material prepared using 19% moisture and 6% Liquid Glass gave a positive result in the form of a lump (briquette). Summing up the results of physical and mechanical tests, the briquettes obtained meet the requirements for charge materials for ferroalloy melting (GOST 21289-75).

*Keywords:* ferroalloy, dispersed waste, cutting, briquette, coal, liquid glass, recycling.

*Introduction*

During the melting of high-silicon alloys, including in the production of a silicon-aluminum complex alloy, the loss of silicon and aluminum occurs in the gas phase in the subtototic state. In the process of melting ferrosilicoaluminium, it is very important that the furnace is functioning normally. In this regard, during melting, the furnace should always be monitored, and the charge materials should cover the electrode in the form of a cone. It is possible to return these formed subtotals to production by processing them.

The loss of silicon and aluminum subtotals is more than 25-30% of charge materials. Therefore, dust processing and further commissioning of the complex in the silicon-aluminum industry in the Republic of Kazakhstan and increasing production volumes are of great interest.

In the gas unit, 90% of the SiO<sub>2</sub> and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> subtototes contained in the dust are oxidized and in the amorphous dispersed state, the average specific surface of silica and alumina is 16-21 m<sup>2</sup>/g. If the dust contains SiO<sub>2</sub> – 73-75%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 20-25%, this increases the importance of further processing of raw materials. The main direction is based on the processing of dust from the silicon-aluminum industry and the release into production as a secondary charge in the form of a lump [1].

It assumes a high specific surface area of the SLAN, that is, a large accumulation of process gas, including silicon and aluminum flywheels, in the filter, which can then be sent back to the smelting process as the main charge for the production of silicon-aluminum ferroalloys.

For the discharge of metallurgical charges into the furnace, various requirements are required: softening, porosity, grinding, mechanical strength, grinding, reducing.

The resulting briquette meets the requirements for the chemical composition, size (size) and hardness of the charge and is recommended for use in the technological process.

Thus, the chemical composition and size of the briquette are determined before briquetting, and one of

## Раздел 1. «Металлургия»

the main characteristics of the briquette is its mechanical strength. Knowledge of these indicators allows us to assess the ability of briquettes to withstand such forces as crushing, impact and compression without breaking. Mechanical strength indicators determine the consumer value of briquettes and the possibility of their use in metallurgical enterprises, which have their own infrastructural characteristics [2].

To ensure the gas permeability of the charge and create the need for cutting fine-dispersed dusty material in the form of a size of 10 mm. The cut product should not lose certain metallurgical properties, including heat treatment, strength and any form of its transportation and delivery [1-4].

In the production of ferrocortopes, mainly the fractional composition of the primary charge, technical and economic indicators of production are often given importance. It depends on the variety, size, type of furnace and method of production of mineral raw materials. Raw materials such as dust should not be sent to the furnace in the form of powder. Therefore, in production, small raw materials are sent in the form of pieces. There are several methods of cutting, but it is necessary to choose its economic effect and the Ionic method.

### Main part

The methods of cutting finely dispersed charge are as follows: briquetting, agglomerate production and granulation.

According to the application of cutting methods can be divided into two groups: thermal (at high temperature) and non-burning (at low temperature). In ferrous metallurgy, the most common method is thermal (alglomeration, granulation and annealing).

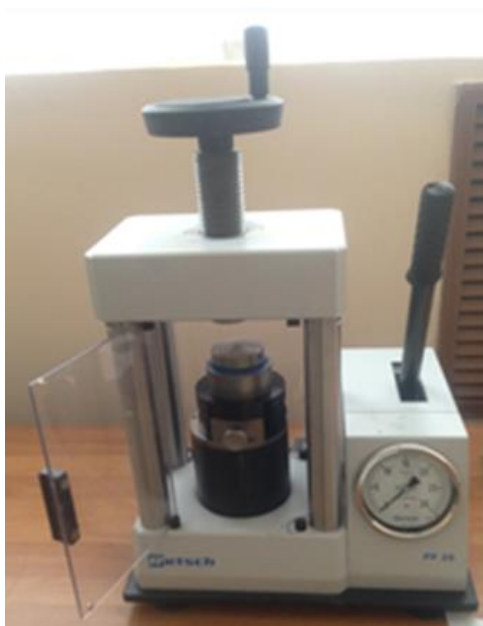


Figure 1 - press unit for making briquettes (PP-25)

Heat-treated charge by granulation and agglomeration can be obtained with high hardness characteristics. "I don't know," he said, " but I'm sure it's a good idea." The average electricity consumption in the production of zhenstek and agglomeration is 50-60 kWh. in the period from. 6-7% of fuel is used for 1 ton of agglomerates. Aglofabrica and incineration plants have a negative impact on the environment and require significant funds to protect it.

Since the thermal cutting method is carried out by heating at a high temperature, the cost of operation and capital, fuel and electricity consumption, and environmental impact are high. Therefore, recently, the method of non-burning has become very interesting.

Agglomeration of fine powder raw materials is economically unprofitable, since the productivity of the agglomeration machine and the quality of the agglomerate are poor due to the fact that during granulation, due to the high content of fine charge formed, it is sent back to production by fractionation.

## Раздел 1. «Металлургия»

The main advantages of briquetting in cutting are as follows [5]: 1) very low capital costs and redistribution costs; 2) the possibility of greater use of charge materials; 3) the size and shape of the briquette is suitable for melting ferroalloys; 4) briquetting of a carbon Reducer allows us to significantly expand the use, including those that conduct weak electrical resistance; 5) increases the normalization of the reducer in the study of V. V. Boldyrev [4-8]; 6) reduces the number of pilot elements in the gas phase; 7) the ability to redistribute the reducer in the system: the lack of one charge makes it possible to reduce the reduction of one element, while the simultaneous excess of another part of the charge stops the reduction of other elements [6]. Consequently, it allows you to control the chemical reactions of the briquetted charge and optimize the ferroalloy smelting technology.

As a result of the analysis, various ores and carbon materials can be cut using the traditional method. Thus, briquetting dust in a gas cleaner can be considered as the most effective way.

### Results and discussions

The purpose of this work is to apply the method of dust briquetting in a gas treatment plant of small coal and silicon-aluminum production.

For obtaining briquettes from primary charge materials :

- Dispersed dust in the silicon-aluminum production gas purification plant;
- Small waste from the saryadyr coal deposit;

A sample of dust was obtained from a gas treatment plant in the silicon-aluminum industry in relation to KSP Steel LLP.

Briquettes obtained using the technology provided by the company "August Thiessen Hütte" (dust, fine coal and liquid glass at the gas treatment plant) are widely used in metallurgical industries. According to the proposed technology, cutting operations were carried out using dispersed materials and small coal "Saryadyr" at the gas treatment plant of ferrosilicoaluminium production. Saryadyr field is located in Yerementau District of Akmola region, 180 km east of Nur-Sultan.

Technical staff:

- ash content 30-40 %, humidity 20-25%, volatile substances 38-45%;
- carbon in the range of 30-35%.

The experimental research work was carried out with the help of equipment located in the Laboratory of Engineering profile "electron microscopy and Nanotechnology" at Kariu. Cutting and testing of cut materials was carried out on laboratory installations.

The study showed the following ratio: 100 kg of coal - 63.59%, 50.21 kg of dust - 36.41%. According to stoichiometry, the amount of solid carbon corresponding to the reduction of silicon and aluminum oxides is reduced.

As a result of briquetting, water with a humidity of 10-25% and liquid glass as a binder up to 1-6% were obtained. The sections formed as a result of briquetting are shown in Figure 2 (a,b,c,d,e).

10 samples of briquetted monoshikht were taken and tested alternately on the above-mentioned devices.

The results of the study are presented in Table 1.

**Раздел 1. «Металлургия»**



a) humidity 15%



b) humidity 20%



c) liquid glass with a viscosity of 24%+1%



d) liquid glass with a viscosity of 22%+3%



e) liquid glass with a viscosity of 19%+6%

Figure 2. Briquette from man-made dispersed materials of silicon-aluminum production and coal waste

Table 1. Summary of the results and indicators of The conducted experiments

№	Type of experience	600 кгс/см <sup>2</sup>			1000 кгс/см <sup>2</sup>		
		h, 2 м	compress, кг/см <sup>2</sup>	fatigue, %	h, 2 м	compress, кг/см <sup>2</sup>	fatigue, %
1	water 15%	-	-	75,05	-	-	70,54
2	water 20%	-	5,5	43,07	-	6,5	41,08
3	water 24% + liquid glass 1%	-	7,4	6,82	-	7,5	5,05
4	water 22% + liquid glass 3%	-	>7,5	2,56	-	>7,5	2,45

**Раздел 1. «Металлургия»**

5	water 19% + liquid glass 6%	+	>7,5	1,25	+	>7,5	1,20
---	-----------------------------	---	------	------	---	------	------

Note : the + symbol is a sample that has been tested; - the symbol is a sample that has not been tested.

**Formulation**

Research studies [10] as a result, a lump (briquette) material prepared using 19% moisture and 6% Liquid Glass gave a positive result. According to the results of physical and mechanical tests, the manufactured briquettes meet the requirements for charge materials for ferroalloy melting (GOST 21289-75).

**References**

1. Друинский М.И., Жучков В.И. Получение комплексных ферросплавов из минерального сырья Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1988. - 208 с.
2. Рысс М.А. Производство ферросплавов. – М.:Наука, 1975. - 336 с
3. Гасик М.И., Лякишев Н.П. Теория и технология электрометаллургии ферросплавов. Москва «СП Интермет инжиниринг» 1999.
4. Чекимбаев А.Ф. Совершенствование технологии выплавки ферросиликоалюминия с применением новых видов углистого сырья: диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук: 05.16.02. - Караганда: ХМИ, 2010. – 103 с.
5. Идрисов А.И. Окускование мелочи высокозольных углей с использованием пыли газоочисток производства ферросиликоалюминия: дисс. на соискание академической степени магистра: Темиртау, 2015. – 48 с.
6. Даулетияров Д. Кешенді қорытпаларды балқытуға арналған шихталардағы фазалық түрленулерді талдау және физика-химиялық зерттеулер: диссер. т.ғ.м.: 2016. - Темиртау: КГИУ. - 76 б.
7. Байсанов С., Чекимбаев А.Ф., Жұмашев М.С., Джұмағалиев А.Б. Ферросиликоалюминий өндірісінің газ тазартқыш шаңының брикетіне жүргізілген дифференциалды-термиялық талдау // IX международная научно-практическая конференция «Третья модернизация Казахстана - новые концепции и современные решения»: Темиртау. 2017. – 570 б.
8. Толымбеков М.Ж., Байсанов С., Чекимбаев А.Ф., Жұмашев М.С., Корсукова И.Я. Ферросиликоалюминийді балқытудағы электр режимін оңтайландыру үшін тотықсыздандырғыштардың баламалы түрлерін пайдалану // Вестник КГИУ: Темиртау. №3 (18) 2017. - 18 б.
9. Әбдірашит А.М., Нурумғалиев А.Х., Махамбетов Е.Н., Даулетияров Д., Келаманов Б.С. Ферросиликоалюминий өндірісіндегі техногендік қалдықтан кесектелген моношихтаны балқыту // XIV Международная научно-практическая конференция «МОЛОДЕЖЬ, НАУКА И ИННОВАЦИИ» студентов, магистрантов, аспирантов, докторантов и молодых ученых в рамках программы главы государства Н.А. Назарбаева «Взгляд в будущее: модернизация общественного сознания». - Актөбе. - 2018. - С. 122-125.
10. Әбдірашит А.М., Нурумғалиев А.Х., Махамбетов Е.Н., Даулетияров Д., Келаманов Б.С. Қазақстанды минералды - шикізат көздерінен кешенді феррокорытпа алудың мүмкінділігін зерттеу // IX международная научно-практическая конференция «Инновационные и наукоемкие технологии как средства реализации Третьей модернизации Казахстан»: Темиртау. - 2017. - 161-166 б.

М.Е. Сағади, Е.Қ. Қуатбай, Н.З. Сарсенов, А.С. Ержанов

**Получение кускового материала из дисперсных отходов производства кремний-алюминиевых комплексных ферросплавов и высокозольных углей**

В этой статье показано, что потери кремния и окиси алюминия при выплавке высокопрочных кремниевых сплавов, в том числе при получении кремниево-алюминиевого комплексного сплава, происходят в субототическом состоянии в газовой фазе. В процессе плавки ферросиликоалюминия (ФСА) очень важно, чтобы печь была

## **Раздел 1. «Металлургия»**

нормальной в работе. В связи с этим во время плавки всегда следует следить за печью, чтобы шихтовые материалы были конусообразными с электродом. Есть возможность вернуть эти образовавшиеся субботы в производство путем переработки.

Анализ результатов данного кремний-алюминиевого производства показывает, что в зависимости от хода процесса плавки на 1 тонну ФСА образуется до 20-30% пыли. В пыли, образующейся в газоочистителях, обнаружено до 70-75% окиси кремния и до 20-25% окиси алюминия. А эти окиси можно назвать ценным сырьевым источником предстоящего производства. В результате исследования получен положительный результат в виде куска (брикета) материала, приготовленного с использованием 19% влаги и 6% жидкого стекла. Полученные брикеты соответствуют требованиям к шихтованным материалам для плавки ферросплавов по физико-механическим пробам (ГОСТ 21289-75).

*Ключевые слова:* ферросплавы, дисперсные отходы, окускование, брикетирование, уголь, жидкое стекло, переработка.

М.Е. Сағадид, Е.Қ. Қуатбай, Н.З. Сарсенов, А.С. Ержанов

### **Жоғары күлді көмір мен кремний-алюминийлі кешенді ферроқорытпалар өндірісінің дисперсті қалдықтарынан кесектелген материал алу**

Бұл мақалада жоғары кремнийлі қорытпаларды балқыту кезінде соның ішінде кремний-алюминийлі кешенді қорытпа алу кезінде кремний мен алюминий тотығының жоғалымы газдық фазада субототық күйінде кездеседі. Ферросиликоалюминий (ФСА) балқыту үрдісінде пештің жұмыс қалыпты болуы пештің колошник қабатына болуы аса маңызды. Осыған орай балқыту кезінде әрқашан пешті бақылап, шикіқұрам материалдары электродты конус тәріздес болуы тиіс. Осы түзілген аталмаш субототықтарды өңдеу арқылы өндіріске қайта қайтаруға мүмкіншілік бар.

Аталған кремний-алюминийлі өндірістің нәтижелерін талдау балқыту үрдісінің барысына байланысты ФСА-ның 1 тоннасына 20-30%-ға дейін шаң пайда болады. Газ тазартқыштарда түзілген шаңның құрамында 70-75%-ға дейін кремний тотығы және 20-25%-ға дейін алюминий тотығы болады. Ал, бұл тотықтар алдағы өндірістің бағалы шикізат көзі деп атауға болады. Зерттеу нәтижесінде 19% ылғал және 6% сұйық шыны қолдану арқылы дайындалған материал кесек (брикет) түрінде оң нәтиже берді. Алынған брикеттер физика-механикалық сынамаларды қорытындылай келе ферроқорытпа балқытуға арналған шикіқұрам материалдарына қойылатын талаптарға (МЕСТ 21289-75) сай келеді.

*Кілт сөздер:* ферроқорытпа, дисперсті қалдық, кесектеу, брикет, көмір, сұйық шыны, қайта өңдеу.

#### References

- 1 Druinckiy M.I., Zhuchkov V.I. (1988), Poluchenie kompleksnykh ferrosplavov iz mineral'nogo syr'ya Kazakhstana [Production of complex ferro-alloys from mineral raw materials of Kazakhstan]. - Alma-Ata: Nauka. - p. 208 .
- 2 Ryss M.A. (1975), Proizvodstvo ferrosplavov [Ferroalloys production]. - M.: Nauka, p. 336.
- 3 Gasik M.I., Lyakishev N.P. (1999), Teoriya i tekhnologiya elektrometallurgii ferrosplavov. Moskva [Theory and technology of electrometallurgy of ferroalloys] «SP Internet inzhiniring».
- 4 Chekimbaev A.S. (2010) Sovershenstvovanie tekhnologii vyplavki ferrosilikoaliuminiya s primeneniem novykh vidov uglistogo syr'ya [Improvement of the technology of ferrosilicoaluminum smelting with the use of new types of carbonaceous raw materials]: disser. kand. tekhn. nauk: Karaganda: KHMI im.

**Раздел 1. «Металлургия»**

Zh.Abisheva, p. 103.

5 Idricov A.I. (2015) Okuckovanie melochi vycokozol'nykh ugley c icpol'zovaniem pyli gazoochistok proizvodstva ferrocilikoaliuminiya [Orification of fine high-grade coals with the use of dust and gas purity of ferro-silicoaluminium production]: diss. na coickanie akademicheskoy stepeni magictra: Temirtau, p. 48 c.

6 Dauletjarov D. Keshendi korytpalaryd balkyтуға арналған shihtalardıy fazalyk тырленulerdi taldaу zhөne fizika-himijalyk zertteuler [Analysis of phase variations and physicochemical studies of charges for the smelting of complex alloys]: disser. t.g.m.: Temirtau: KGIU. p. 76.

7 Baycanov S., Chekimbaev A.F., Jumashев M.S., Djumagaliev A.B. (2017) Ferrocilikoaliuminiy öndiriciniñ gaz tazartqısh shañınıñ briketine жүrgizilgen differenciyaıdı-termiyalıq taldaу [Ferrocilikoaliuminiy öndiriciniñ gaz tazartqısh shañınıñ briketine жүrgizilgen differenciyaıdı termiyalıq taldaу // IX mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya «Tret'ya modernizaciya Kazahctana - novye koncepcii i covremennye resheniya»: Temirtau. p. 571-576.

8 Tolimbekov M.J., Baisanov S., Chekimbaev A.F., Jumashев M.C., Korcwkova I.Ya. Ferrocilikoaliuminiydi balqıtwdagı élekr rejimin oñtaylandırw üşin totıqcızdandırgıstardıñ balamalı türlerin paydalanw [Use of alternative types of oxidizers to optimize the electrical regime in the smelting of ferrosilicoaluminium] // Vectnik KGIU: Temirtau. - 2017.- №3. p.18-21.

9 Abdırashit A.M., Nurumgaliev A.KH., Makhambetov Ye.N., Dauletjarov D., Kelamanov B.S. (2018), Ferrosilikoaliuminiy öndirisindegi tekhnogendik k,aldyk, tan kesektelgen monoshikhtany balk,ytu [Ferrosilicoaluminium Ondirisindegi tekhnogendik k,aldyk, tan kesektelgen monoshikhtany balytu] // XIV Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya «MOLODEZH', NAUKA I INNOVACII» studentov, magistrantov, aspirantov, doktorantov i molodyh uchenyh v ramkah programmy glavy gosudarstva N.A. Nazarbaeva «Vzglyad v budushchee: modernizaciya obshchestvennogo soznaniya». - Aktobe. - p. 122-125

10 Abdırashit A.M., Nurumgaliev A.X., Maxambetov E.N., Dawletjarov D., Kelamanov B.S. (2017), Qazaqstandı mineraldı - şikizat közderinen keşendi ferroqorıtpa alwdıñ mümkindiligin zertteу [Study of the possibility of obtaining complex ferroalloys from mineral and raw material sources of Kazakhstan]// IX mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya «Innovacionnye i naukoemkie tekhnologii kak sredstva realizacii Tret'ej modernizacii Kazahstan»: Temirtau. p. 161-166.

**Раздел 1. «Металлургия»**DOI 10.53002/2022.2-2309-1177.03  
МРНТИ 53.31.15М.Е. Сағадиді<sup>1</sup>, А.М. Әбдірашит<sup>1</sup>, Е.Қ. Қуатбай<sup>1</sup><sup>1</sup>Қарағанды индустриалық университеті» КеАҚ, Теміртау қ., Қазақстан  
(E-mail.ru: [asik\\_942017@mail.ru](mailto:asik_942017@mail.ru))**Жоғары күлді көмір мен кремний-алюминийлі кешенді ферроқорытпалар өндірісінің дисперсті қалдықтарынан кесектелген материал алу**

Бұл мақалада жоғары кремнийлі қорытпаларды балқыту кезінде соның ішінде кремний-алюминийлі кешенді қорытпа алу кезінде кремний мен алюминий тотығының жоғалымы газдық фазада субтотық күйінде кездеседі. Ферросиликоалюминий (ФСА) балқыту үрдісінде пештің жұмыс қалыпты болуы пештің колошник қабатына болуы аса маңызды. Осыған орай балқыту кезінде әрқашан пешті бақылап, шикіқұрам материалдары электродты конус тәріздес болуы тиіс. Осы түзілген аталмаш субтотықтарды өңдеу арқылы өндіріске қайта қайтаруға мүмкіншілік бар.

Аталған кремний-алюминийлі өндірістің нәтижелерін талдау балқыту үрдісінің барысына байланысты ФСА-ның 1 тоннасына 20-30%-ға дейін шаң пайда болады. Газ тазартқыштарда түзілген шаңның құрамында 70-75%-ға дейін кремний тотығы және 20-25%-ға дейін алюминий тотығы болады. Ал, бұл тотықтар алдағы өндірістің бағалы шикізат көзі деп атауға болады. Зерттеу нәтижесінде 19% ылғал және 6% сұйық шыны қолдану арқылы дайындалған материал кесек (брикет) түрінде оң нәтиже берді. Алынған брикеттер физика-механикалық сынамаларды қорытындылай келе ферроқорытпа балқытуға арналған шикіқұрам материалдарына қойылатын талаптарға (МЕСТ 21289-75) сай келеді.

*Кілт сөздер:* ферроқорытпа, дисперсті қалдық, кесектеу, брикет, көмір, сұйық шыны, қайта өңдеу.

**Кіріспе**

Жоғары кремнийлі қорытпаларды балқыту кезінде соның ішінде кремний-алюминийлі кешенді қорытпа алу кезінде кремний мен алюминийдің жоғалымы газдық фазада субтотық күйінде кездеседі. Ферросиликоалюминий балқыту үрдісінде пеш қалыпты жұмыс жасауы пештің колошник қабатына аса маңызды. Осыған орай балқыту кезінде әрқашан пешті бақылап, шикіқұрам материалдары электродты конус тәріздес жауып тұруы тиіс. Осы түзілген аталмыш субтотықтарды өңдеу арқылы өндіріске қайтаруға мүмкіншілік бар.

Кремний мен алюминий субтотығының жоғалымы шикіқұрам материалдарының 25-30% астамын құрайды. Сол себепті шаңды қайта өңдеу және ары қарай Қазақстан Республикасында кешенді кремний-алюминий өндірісінде іске қосып, өндіру көлемін жоғарылату үлкен қызушылық тудырады.

Газ қондырғысында шаң құрамындағы SiO және Al<sub>2</sub>O субтотықтардың 90% тотықсызданады және аморфты дисперсті күйде кремнезем мен глиноземнің орташа меншікті беттілігі 16-21 м<sup>2</sup>/г тең. Шаңның құрамында SiO<sub>2</sub> – 73-75%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 20-25% болса, бұл әрі қарай шикізатты өңдеудің маңыздылығын арттырады. Негізгі бағыт кремний-алюминий өндірісінің шаңын қайта өңдеу және өндіріске екінші ретті шикіқұрам ретінде қолданысқа кесек түрінде жіберуге негізделеді [1].

Шаңның жоғары меншікті беттілігін болжайды, яғни технологиялық газдың соның ішінде кремний мен алюминий ұшпаларының сүзгіге көптеп жиналуы, оны әрі қарай кремний-алюминий ферроқорытпа өндірісіне негізгі шикіқұрам ретінде балқыту үрдісіне қайта жіберуге болады.

Металлургиялық шикіқұрамдарды пешке жіберу үшін әр түрлі талаптар міндеттеледі: жұмсаруы, кеуектілігі, үгітілуі, механикалық беріктігі, ұнтақталуы, тотықсыздануы.

Алынған брикет шикіқұрамның химиялық құрамы, өлшемі (ірілігіне) мен қаттылығы бойынша



## Раздел 1. «Металлургия»

талаптарға жауап береді және оны технологиялық үрдіске қолдануға ұсынылады.

Осылайша химиялық құрамы және брикеттің өлшемі брикеттеу алдында анықталады, сонымен қатар брикеттің манызды сипаттамаларының бірі оның механикалық беріктілігі есептеледі. Бұл көрсеткіштерді білу брикеттерді қолдану кезінде ұшырайтын ұнтақтау, соғу және қысу секілді күштерге бұзылусыз төзу қабілетін бағалауға мүмкіндік береді. Тап механикалық беріктілік көрсеткіштері брикеттердің тұтынушылық құндылығын және өзіндік инфрақұрылымдылық ерекшелігіне ие металлургия кәсіпорындарында қолдану мүмкіндігін анықтайды [2].

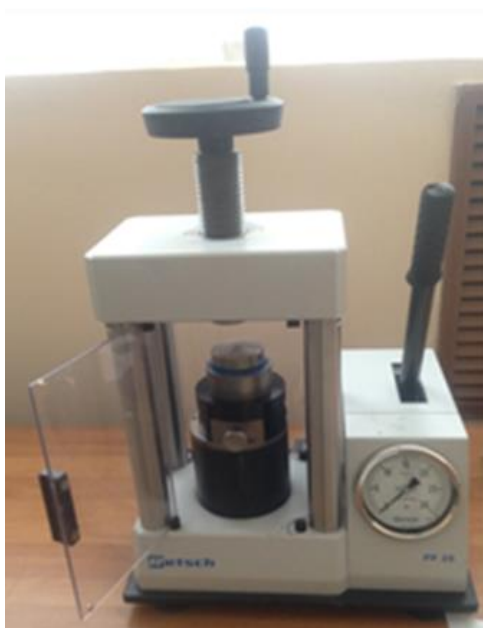
Шикіқұрамның газ өткізгіштігін қамтамасыз ету үшін және ұсақ дисперсті шаңды материалды 10 мм өлшем түрінде кесектеу қажеттілігін тудырады. Кесектелген өнім белгілі-бір металлургиялық қасиеттерге, соның ішінде термиялық өңдеу, беріктілік және оны тасымалдау мен жеткізуде ешқандай өз қалпын жоғалтпауы тиіс [1-4].

Ферроқортпалар өндірісінде негізгінен бастапқы шикіқұрамның фракциялық құрамына, өндірістің техника-экономикалық көрсеткіштеріне жиі мән беріледі. Ол минерал шикізатының сұрыбына, өлшеміне, пештің түріне және өндіру әдісіне тәуелді. Шаң тәрізді шикізатты ұнтақ түрінде пешке жіберуге болмайды. Сондықтан да өндірісте ұсақ шикізатты кесек түрінде жібереді. Кесектеудің бірнеше әдістері бар, бірақ оның экономикалық эффектісін және ионды әдісін таңдау қажет.

### Негізгі бөлім

Ұсақ дисперсті шикіқұрамды кесектеудің әдістері келесідей: брикеттеу, агломерат өндірісі және түйіршіктеу.

Кесектеу әдістерін қолдануы бойынша екі топқа бөлуге болады: термиялық (жоғары температурада) және күйдірусіз (төмен температурада). Қара металлургияда көбінесе термиялық (алгомерация, түйіршіктеу және күйдірілген жентек) әдісі кеңінен таралаған.



Сурет 1 - Брикет дайындауға арналған пресс кондырғысы (PP-25)

Түйіршіктеу мен агломерация арқылы термоөңделген шикіқұрамның жоғары қаттылық мінездемесімен алуға болады. Дегенмен агломерациялау, түйіршіктеу және күйдірілген жентек алу үшін электр энергия жұмасалады. Жентек пен агломерация өндірісінде орташа электр энергия шығыны 50-60 кВт·сағ. аралығында. 1 тонна агломератқа отынның 6-7% жұмасалады. Аглофабрика мен күйдіру фабрикалары қоршаған ортаға кері әсерін тигізеді және оны қорғауға айтарлықтай қаражат керек.

## Раздел 1. «Металлургия»

Кесектеудің термиялық әдісі жоғары температурада қыздыру арқылы жүргізілетіндіктен эксплуатациялауға және капиталды шығындары, отын мен электр энергия шығыны, қоршаған ортаға тигізер әсері жоғары. Сондықтан соңғы уақытта күйдіріссіз әдісі үлкен қызушылық тудыруда.

Ұсақ ұнтақты шикізаттарды агломерациялау экономикалық тиімсіз, өйткені түйіршіктеу кезінде ұсақ шикіқұрамның түзілетін мөлшері жоғары болғандықтан оны фракциялау арқылы өндіріске қайта жіберілуі себепті агломерациялық машинаның өнімділігі және агломераттың сапасы нашар болады.

Кесектеудегі брикеттеудің негізгі артықшылықтары келесідей [5]: 1) өте төмен меншікті капитал шығыны мен қайта бөлу құны; 2) шикіқұрам материалдарын аса үлкен пайдалану мүмкіншілігі; 3) ферроқорытпаны балқыту үшін брикеттің мөлшері мен формасы қолайлы; 4) көміртекті тотықсыздандырғышты брикеттеу қолданысты айтарлықтай кеңейтуге мүмкіндік береді, соның ішінде электр кедергі нашар өткізетіндерді; 5) В.В. Болдырев [4-8] зерттеуінде тотықсыздандырғыштың қалыпқа келуін күшейтеді; 6) газ фазасындағы ұшқыш элементтер санын төмендетеді; 7) жүйеде тотықсыздандырғышты қайта бөлу мүмкіншілігі: бір шикіқұрамның жетіспеушілігі бір элементтің тотықсыздануына айтарлық мүмкіншілік береді, басқа шикіқұрам бөлігінің бір уақытта артықтығы басқа элементтердің тотықсыздануын тоқтатады [6]. Демек, брикеттелген шикіқұрамның химиялық реакцияларын бақылауға және ферроқорытпаларды балқыту технологиясын оңтайландыруға мүмкіндік береді.

Талдау нәтижесінде дәстүрлі әдіс бойынша әртүрлі кен мен көміртекті материалдарды кесектеуге болады. Сонымен газ тазартқыштағы шанды брикеттеу ең тиімді жол деп қарастыруға болады.

### Нәтижелер және талқылаулар

Бұл жұмыстың мақсаты ұсақ көмір мен кремний-алюминий өндірісінің газ тазарту қондырғысындағы шанды брикеттеу әдісін қолдану.

Бастапқы шикіқұрам материалдарынан брикет алу үшін :

- Кремний-алюминий өндірісінің газ тазартқыш қондырғысындағы дисперсті шаң;
- «Сарыадыр» көмір кен орнының ұсақ қалдықтары;

Шаңның үлгісі ЖШС «KSP Steel» қатысты кремний-алюминий өндірісіндегі газ тазарту қондырғысынан алынды.

«Аугуст Тиссен Хютте» фирмасы ұсынған (газ тазарту қондырғысындағы шаң, ұсақ көмір және сұйық шыны) технология бойынша алынған брикеттер металлургия өндірістерінде кең көлемде қолданылуда. Ұсынылған технология бойынша ферросиликоалюминий өндірісінің газ тазарту қондырғысындағы дисперсті материалдар мен «Сарыадыр» ұсақ көмірін қолдана отырып кесектеу жұмыстары жүргізілген. «Сарыадыр» кен орны Ақмола облысы Ерейментау ауданында, Нур-султан қаласынан шығысқа қарай 180 км жерде орналасқан.

Техникалық құрамы:

- күлділігі 30-40 %, ылғалдылығы 20-25 %, ұшқыш заттар 38-45%;
- көміртегі 30-35 %- аралығында.

Тәжірибелік зертеу жұмысы ҚарИУ-не қарасты Инженерлі бейінді «Электронды микроскопия және нанотехнологиялар» зертханасында орналасқан қондырғылар көмегімен жүргізілді. Кесектеу және кесектелген материалдарды МЕСТ сынақтан өткізу зертханалық қондырғыларында жүргізілді.

Зерттеу жұмысын ұсақталған Сарыадыр көмірімен газ тазарту қондырғысының дисперсті материалының балансы келесі ара-қатынасты көрсетті: 100 кг көмір - 63,59%, 50,21 кг шаң - 36,41%. Кремний және алюминий тотықтарын тотықсыздандыруға сәйкесінше қатты көміртегі мөлшері стехиометрия бойынша сәйкес.

Брикеттеу нәтижесінде ылғалдығы 10-25%-ға су және байланыстырғыш ретінде сұйық шыныны 1-6%-ға дейін жасалынды. Брикеттеу нәтижесінде пайда болған кесектер 2 (а, б, в, г, д) - суретте келтірілген.

Брикеттелген моношихтаның 10 үлгісі алынып, жоғарыда айтылған құрылғылар бойынша кезек-кезек сынақтан өткізілді.

Зерттеу нәтижелерінің қорытындысы 1 – кестеде келтірілген.

**Раздел 1. «Металлургия»**



а) ылғалдылығы 15%



б) ылғалдылығы 20%



в) ылғалдылығы 24%+1% сұйық шыны



г) ылғалдылығы 22%+3% сұйық шыны



д) ылғалдылығы 19%+6% сұйық шыны

Сурет 2- Кремний-алюминий өндірісінің техногенді дисперсті материалдары мен көмір қалдықтарынан алынған брикет

Кесте 1 - Жүргізілген тәжірибелердің нәтижелер жиыны және көрсеткіштері

№	Тәжірибе түрі	600 кгс/см <sup>2</sup>			1000 кгс/см <sup>2</sup>		
		h, 2 м	сығу, кг/см <sup>2</sup>	қажалу, %	h, 2 м	сығу, кг/см <sup>2</sup>	қажалу, %
1	су 15%	-	-	75,05	-	-	70,54
2	су 20%	-	5,5	43,07	-	6,5	41,08
3	су 24% +	-	7,4	6,82	-	7,5	5,05

**Раздел 1. «Металлургия»**

	сұйық шыны 1%						
4	су 22% + сұйық шыны 3%	-	>7,5	2,56	-	>7,5	2,45
5	су 19% + сұйық шыны 6%	+	>7,5	1,25	+	>7,5	1,20

Ескерту: + белгісі сынақтан өткен үлгі; - белгісі сынақтан өтпеген үлгі.

Тұжырымдау

Зерттеу жұмыстары [10] нәтижесінде 19% ылғал және 6% сұйық шыны қолдану арқылы дайындалған кесекті (брикет) материал оң нәтиже берді. Дайындалған брикеттер физика-механикалық сынамалар қорытындысы бойынша ферроқорытпа балқытуға арналған шикіқұрам материалдарына қойылатын талаптарды (МЕСТ 21289-75) қанағаттандырады.

#### Қолданылған әдебиеттер тізімі

- 1 Друинский М.И., Жучков В.И. Получение комплексных ферросплавов из минерального сырья Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1988. - 208 с.
- 2 Рысс М.А. Производство ферросплавов. – М.:Наука, 1975. - 336 с
- 3 Гасик М.И., Лякишев Н.П. Теория и технология электрометаллургии ферросплавов. Москва «СП Интермет инжиниринг» 1999.
- 4 Чекимбаев А.Ф. Совершенствование технологии выплавки ферросиликоалюминия с применением новых видов углистого сырья: диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук: 05.16.02. - Караганда: ХМИ, 2010. – 103 с.
- 5 Идрисов А.И. Окускование мелочи высокозольных углей с использованием пыли газоочисток производства ферросиликоалюминия: дисс. на соискание академической степени магистра: Темиртау, 2015. – 48 с.
- 6 Даулетияров Д. Кешенді қорытпаларды балқытуға арналған шихталардағы фазалық түрленулерді талдау және физика-химиялық зерттеулер: диссер. т.ғ.м.: 2016. - Темиртау: КГИУ. - 76 б.
- 7 Байсанов С., Чекимбаев А.Ф., Жұмашев М.С., Джұмағалиев А.Б. Ферросиликоалюминий өндірісінің газ тазартқыш шаңының брикетіне жүргізілген дифференциалды-термиялық талдау // IX международная научно-практическая конференция «Третья модернизация Казахстана - новые концепции и современные решения»: Темиртау. 2017. – 570 б.
- 8 Толымбеков М.Ж., Байсанов С., Чекимбаев А.Ф., Жұмашев М.С., Корсукова И.Я. Ферросиликоалюминийді балқытудағы электр режимін оңтайландыру үшін тотықсыздандырғыштардың баламалы түрлерін пайдалану // Вестник КГИУ: Темиртау. №3 (18) 2017. - 18 б.
- 9 Әбдірашит А.М., Нурумғалиев А.Х., Махамбетов Е.Н., Даулетияров Д., Келаманов Б.С. Ферросиликоалюминий өндірісіндегі техногендік қалдықтан кесектелген моношихтаны балқыту // XIV Международная научно-практическая конференция «МОЛОДЕЖЬ, НАУКА И ИННОВАЦИИ» студентов, магистрантов, аспирантов, докторантов и молодых ученых в рамках программы главы государства Н.А. Назарбаева «Взгляд в будущее: модернизация общественного сознания». - Актобе. - 2018. - С. 122-125.
- 10 Әбдірашит А.М., Нурумғалиев А.Х., Махамбетов Е.Н., Даулетияров Д., Келаманов Б.С. Қазақстанды минералды - шикізат көздерінен кешенді ферроқорытпа алудың мүмкінділігін зерттеу // IX международная научно-практическая конференция «Инновационные и наукоемкие технологии как средства реализации Третьей модернизации Казахстан»: Темиртау. - 2017. - 161-166 б.

**Раздел 1. «Металлургия»**

М.Е. Сағади, А.М. Әбдірашит, Е.Қ. Қуатбай

**Получение кускового материала из дисперсных отходов производства кремний-алюминиевых комплексных ферросплавов и высокозольных углей**

В этой статье показано, что потери кремния и окиси алюминия при выплавке высокопрочных кремниевых сплавов, в том числе при получении кремнево-алюминиевого комплексного сплава, происходят в субототическом состоянии в газовой фазе. В процессе плавки ферросиликоалюминия (ФСА) очень важно, чтобы печь была нормальной в работе. В связи с этим во время плавки всегда следует следить за печью, чтобы шихтовые материалы были конусообразными с электродом. Есть возможность вернуть эти образовавшиеся субботы в производство путем переработки.

Анализ результатов данного кремний-алюминиевого производства показывает, что в зависимости от хода процесса плавки на 1 тонну ФСА образуется до 20-30% пыли. В пыли, образующейся в газоочистителях, обнаружено до 70-75% окиси кремния и до 20-25% окиси алюминия. А эти окиси можно назвать ценным сырьевым источником предстоящего производства. В результате исследования получен положительный результат в виде куска (брикета) материала, приготовленного с использованием 19% влаги и 6% жидкого стекла. Полученные брикеты соответствуют требованиям к шихтованным материалам для плавки ферросплавов по физико-механическим пробам (ГОСТ 21289-75).

*Ключевые слова:* ферросплавы, дисперсные отходы, окускование, брикетирование, уголь, жидкое стекло, переработка.

Sagadi M.Ye., Abdirashit A.M., Kuatbay Ye.K.

**Obtaining lumpy material from dispersed waste from the production of silicon-aluminum complex ferroalloys and high-ash coals**

This article shows that the losses of silicon and aluminum oxide during the smelting of high-strength silicon alloys, including the production of a silicon-aluminum complex alloy, occur in a subotic state in the gas phase. In the process of melting ferrosilicoaluminium (FSA), it is very important that the furnace is normal in operation. In this regard, during melting, it is always necessary to monitor the furnace so that the charge materials are cone-shaped with the electrode. There is an opportunity to return these formed Saturdays to production by recycling.

Analysis of the results of this silicon-aluminum production shows that, depending on the course of the melting process, up to 20-30% of dust is formed per 1 ton of FSA. Up to 70-75% of silicon oxide and up to 20-25% of aluminum oxide were found in the dust formed in gas cleaners. And these oxides can be called a valuable source of raw materials for the upcoming production. As a result of the study, a positive result was obtained in the form of a piece (briquette) of material prepared using 19% moisture and 6% liquid glass. The obtained briquettes meet the requirements for the mixed materials for melting ferroalloys according to physico-mechanical samples (GOST 21289-75).

*Key words:* ferroalloys, dispersed waste, fumigation, briquetting, coal, liquid glass, processing.

## References

- 1 Druinckiy M.I., Zhuchkov V.I. (1988), Poluchenie kompleksnykh ferrosplavov iz mineral'nogo syr'ya Kazakhctana [Production of complex ferro-alloys from mineral raw materials of Kazakhstan]. - Alma-Ata:

**Раздел 1. «Металлургия»**

Nauka. - p. 208 .

2 Ryss M.A. (1975), Proizvodstvo ferrosplavov [Ferroalloys production]. - M.: Nauka, p. 336.

3 Gasik M.I., Lyakishev N.P. (1999), Teoriya i tekhnologiya elektrometallurgii ferrosplavov. Moskva [Theory and technology of electrometallurgy of ferroalloys] «SP Internet inzhiniring».

4 Chekimbaev A.S. (2010) Sovershenstvovanie tekhnologii vyplavki ferrosilikoaluminiuma s primeneniem novykh vidov uglistogo syr'ya [Improvement of the technology of ferrosilicoaluminum smelting with the use of new types of carbonaceous raw materials]: disser. kand. tekhn. nauk: Karaganda: KHMI im. Zh.Abisheva, p. 103.

5 Idricov A.I. (2015) Okuckovanie melochi vycokozol'nykh ugley s icpol'zovaniem pyli gazoochistok proizvodstva ferrosilikoaluminiuma [Orification of fine high-grade coals with the use of dust and gas purity of ferro-silicoaluminium production]: diss. na coickanie akademicheskoy stepeni magistra: Temirtau, p. 48 c.

6 Dauletjarov D. Keshendi korytpalardy balkytura arnalran shihtalardary fazalyk tyrlenulerdi taldau zhane fizika-himijalyk zertteuler [Analysis of phase variations and physicochemical studies of charges for the smelting of complex alloys]: disser. t.g.m.: Temirtau: KGIU. p. 76.

7 Baycanov S., Chekimbaev A.F., Jumashev M.S., Djumagaliev A.B. (2017) Ferrosilikoaluminiumiy öndiriciniñ gaz tazartqısh shañınıñ briketine жүргizilgen differenciyaıdı-termiyalıq taldau [Ferrosilikoaluminiumiy öndiriciniñ gaz tazartqısh shañınıñ briketine жүргizilgen differenciyaıdı termiyalıq taldau // IX mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya «Tret'ya modernizaciya Kazahctana - novye koncepcii i covremennye resheniya»: Temirtau. p. 571-576.

8 Tolimbekov M.J., Baisanov S., Chekimbaev A.F., Jumashev M.C., Korcwkova I.Ya. Ferrosilikoaluminiumiydi balqıtwdagı élekr rejimin oñtaylandırw üşin totıqcızdandırğıstardıñ balamalı türlerin paydalanw [Use of alternative types of oxidizers to optimize the electrical regime in the smelting of ferrosilicoaluminium] // Vectnik KGIU: Temirtau. - 2017.- №3. p.18-21.

9 Abdırashit A.M., Nurumgaliyev A.KH., Makhambetov Ye.N., Dauletjarov D., Kelamanov B.S. (2018), Ferrosilikoaluminiumiy öndirisindegi tekhnogendik kalıdyktan kesektelgen monoshikhtany balkıytu [Ferrosilicoaluminium Ondirisindegi tekhnogendik kalıdyktan kesektelgen monoshikhtany balytu] // XIV Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya «MOLODEZH', NAUKA I INNOVACII» studentov, magistrantov, aspirantov, doktorantov i molodyh uchenyh v ramkah programmy glavy gosudarstva N.A. Nazarbaeva «Vzglyad v budushchee: modernizaciya obshchestvennogo soznaniya». - Aktobe. - p. 122-125

10 Abdırashit A.M., Nurumgaliyev A.X., Maxambetov E.N., Dawletjarov D., Kelamanov B.S. (2017), Qazaqstandı mineraldı - şikizat közderinen keşendi ferroqorıtpa alwdıñ mümkindiligin zertteu [Study of the possibility of obtaining complex ferroalloys from mineral and raw material sources of Kazakhstan]// IX mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya «Innovacionnye i naukoemkie tekhnologii kak sredstva realizacii Tret'ej modernizacii Kazahstan»: Temirtau. p. 161-166.

**Раздел 1. «Металлургия»**

DOI 10.53002/2022.2-2309-1177.04  
МРНТИ 53.31.23  
УДК 621.771.016

М.И. Румянцев<sup>1</sup>, А.Н. Завалицин<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск, Российская Федерация

**Прогнозирование напряжения текучести при прокатке стали с произвольной химической композицией**

Созданы модели для прогнозирования напряжения текучести стали с произвольной химической композицией, которые позволяют разрабатывать режимы прокатки марок стали особенности сопротивления деформации которых еще не известны, а также учитывать вариации химического состава в различных плавках стали одной и той же марки при автоматическом управлении прокаткой.

Модель для горячей прокатки основана на формуле Л.В. Андреюка, которая дополнена коэффициентом влияния фазовых превращений, а также поправочным коэффициентом по скорости и степени деформации. Это позволило уменьшить нижний предел доверительного интервала для температуры до 700 °С и поднять верхний предел доверительного интервала по степени деформации до 0,5.

Для учета влияния химического состава стали на особенности упрочнения при холодной прокатке используется показатель «термодинамический коэффициент структурно-фазового состава»  $Z_c$ . Кластерным анализом по данному показателю выявлены четыре группы марок стали. Для каждой группы наименьшая ошибка прогнозирования напряжения текучести наблюдается при использовании уравнения Холломона, коэффициенты которого представленные в качестве функций параметра  $Z_c$ .

Модели надежны с вероятностью 95%. Степень соответствия прогнозируемых и фактических значений прогнозируемых параметров горячей и холодной плоской прокатки более 90 %.

*Ключевые слова:* напряжение текучести, сталь произвольной химической композиции, горячая листовая прокатка, холодная листовая прокатка, множественный регрессионный анализ

**Введение**

При разработке и оценивании режимов прокатки важное значение имеет расчет энергосиловых параметров (усилия, момента, мощности,). Указанные параметры в значительной степени зависят от сопротивления металла деформации, которое, как известно, определяется схемой напряженного состояния и пределом текучести при фактических («истинных») условиях деформирования. Одни авторы используют термин «истинный предел текучести» и обозначения  $\sigma_u$  [1],  $\sigma_T$  [2],  $\sigma_s$  [3]. Другие применяют термин «среднее напряжение текучести» (Mean Flow Stress) и обозначения  $MFS$  [4],  $\sigma_{mean}$  [5],  $k_{fm}$  [6]

В соответствии с современными представлениями [7-9] предел текучести – напряжение, при котором возникают пластические деформации в начальный момент деформирования. Напряжение текучести – напряжение, которое в условиях линейного напряженного состояния вызывает пластическую деформацию при данной накопленной деформации и отличается тем, что изменяется по ходу деформирования материала, т. е. является переменной величиной.

## Раздел 1. «Металлургия»

Необходимость разработки моделей для прогнозирования напряжения текучести стали с произвольной химической композицией вызвана актуальностью задач разработки режимов прокатки марок стали особенности сопротивления деформации которых еще не известны. Кроме того, такие модели позволят учитывать вариации химического состава в различных плавках стали одной и той же марки при автоматическом управлении прокаткой, что повысит результативность работы станов.

### Прогнозирование сопротивление деформации при горячей прокатке

Применительно к горячей прокатке наиболее универсальна относительно химического состава стали методика расчета напряжения текучести, разработанная Л.В. Андреюком [10]. Однако область достоверности данной методики (степень деформации не более 30 %, температура деформации не менее 800 °С) ограничивала возможность ее применения при анализе и разработке современных технологий горячей листовой прокатки. Чтобы преодолеть указанные ограничения, выполнили модификацию формулы Л.В. Андреюка путем дополнения ее коэффициентом влияния фазового превращения  $K_{\gamma\alpha}$  и коэффициентом коррекции по степени  $\xi$  и скорости  $\vartheta$  деформации  $K_{\xi\vartheta}$

$$\bar{\sigma}_s = \frac{\sigma_0}{K_{\gamma\alpha} K_{\xi\vartheta}} \vartheta^a (10\xi)^b (\theta/1000)^c \quad (1)$$

Коэффициент  $K_{\gamma\alpha}$  определяли на основе известных зависимостей теплоемкости стали от температуры [2-3] с применением линейной кусочной аппроксимации. Для некоторого интервала температуры

$$K_{\gamma\alpha}(\theta) = C(\theta)/C(1000) = \beta_0 + \beta_1(\theta/1000), \quad (2)$$

где  $C(\theta)$  и  $C(1000)$  - теплоемкость при температуре  $\theta$  и 1000°С соответственно;  $\beta_0$  и  $\beta_1$  - коэффициенты, значения которых зависят от типа стали и температуры (табл. 1)

Таблица 1. Значения коэффициентов  $\beta_0$  и  $\beta_1$  для расчета по формуле (7)

Тип стали	Коэффициенты	Температура, °С						
		Менее 700	700 - 750	751-800	801-900	901-950	901 и более	951 и более
I	$\beta_0$	0,4074	-4,0052	7,0509	-	2,5658	-	0,9845
	$\beta_1$	1,2449	7,5655	-7,176	-	-1,5506	-	0,015
II	$\beta_0$	0,4839	-14,886	22,737	2,1511	-	0,7467	-
	$\beta_1$	1,1511	23,117	-27,048	-1,3156	-	0,2467	-
III	$\beta_0$	0,4619	-12,749	21,385	2,8109	-	0,5819	-
	$\beta_1$	1,3267	20,265	-25,307	-2,0896	-	0,4013	-

Примечание: I – малоуглеродистые; II – среднеуглеродистые; III - низколегированные

Чтобы оценить возможность использования формулы (1), модифицированной только коэффициентом  $K_{\gamma\alpha}$  (при  $K_{\xi\vartheta}=1$ ), рассмотрели прокатку на стане 5000 крупногабаритных листов из микролегированной стали категории прочности X70 двух различных химических композиций, а также низколегированной марки 15XCHД и углеродистой марки СтЗсп [11-12]. Среднее по объему очага деформации напряжение течения находили расчетом при известном погонном усилии прокатки  $P_1 = P/b$

$$\bar{\sigma}_s = P_1 / \left[ 1,15 n_\sigma \sqrt{R(h_0 - h_1)} \right], \quad (3)$$



### Раздел 1. «Металлургия»

где  $P$  - полное усилие прокатки;  $b$  - ширина листа;  $R$  - радиус бочки рабочего вала;  $n_\sigma$  - коэффициент напряженного состояния, рассчитываемый по формулам [13]:

$$n_\sigma = \begin{cases} 0,75 + 0,25m & \text{при } m > 2 \\ 0,5(m + 1/m) & \text{при } 1 < m \leq 2 \\ 1,25 \ln(1/m) + 1,25m - 0,25 & \text{при } 0,118 < m \leq 1 \\ 2,57 - 1,44\alpha & \text{при } m \leq 0,118 \end{cases} \quad (4)$$

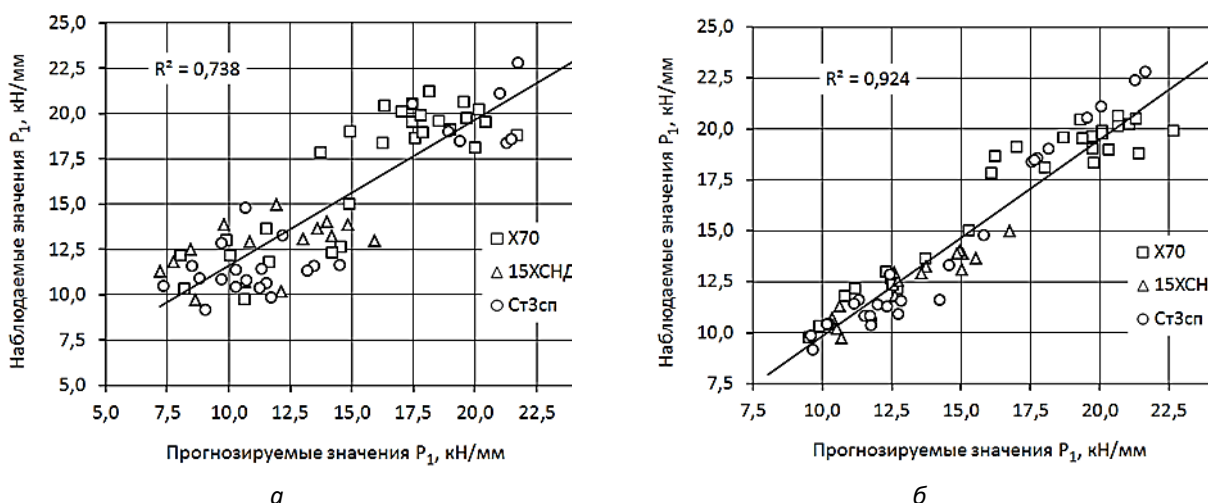
$m = 2 \cdot \sqrt{R \cdot (h_0 - h_1)} / (h_0 + h_1)$  - характеристика высоты очага деформации;  $\alpha = \sqrt{R / (h_0 - h_1)}$  - угол захвата.

Всего рассмотрели 78 проходов при следующих условиях:  $\theta = 750-1050^\circ\text{C}$ ;  $\xi = 0,05-0,25$ ;  $\vartheta = 1.5-23 \text{ c}^{-1}$ ;  $P_1 = 9-21 \text{ кН/мм}$ . Степень соответствия значений усилия прокатки, рассчитанных при напряжении текучести  $\bar{\sigma}_s^*$ , которое находили по формуле (1) при  $K_{\xi\vartheta} = 1$ , и наблюдавшихся в процессе прокатки,  $R^2 = 0,767$ , т. е. 76,7% (рис. 1,а). Диапазон погрешности от  $\delta_{\min} = -25,6$  до  $\delta_{\max} = +36,1\%$  при среднем значении  $\bar{\delta} = 5,16\%$ .

Чтобы минимизировать ошибки, для всех наблюдений рассчитали коэффициент коррекции по скорости и степени деформации  $K_{\xi\vartheta} = \bar{\sigma}_s^* / \bar{\sigma}_s$  (здесь  $\bar{\sigma}_s$  - значение, вычисляемое по экспериментальному усилию прокатки), и множественным регрессионным анализом с применением программного комплекса STATISTICA, получили аппроксимацию

$$K_{\xi\vartheta} = \xi \left( 0,2012 \frac{R}{h_0} - 12,9257 \right) + \alpha (10,8437 - 22,1367\alpha) - 0,0009\vartheta^2. \quad (5)$$

Сравнение наблюдавшихся усилий прокатки с усилиями, прогнозируемыми при напряжении текучести, рассчитанным по формуле (1) с учетом и  $K_{\gamma\alpha}$ , и  $K_{\xi\vartheta}$ , показало увеличение степени соответствия рассчитанного и наблюдаемого усилий прокатки до 92,4% (рис. 1,б). Оценки погрешности прогноза усилия уменьшились до  $\delta_{\min} = -23,1$  и  $\delta_{\max} = +12,7\%$  при  $\bar{\delta} = -2,6 \%$ .



а - при расчетах напряжения текучести с учетом только коэффициента  $K_{\gamma\alpha}$ ; б - при расчетах напряжения текучести с учетом и  $K_{\gamma\alpha}$ , и  $K_{\xi\vartheta}$

Рисунок 1. Диаграммы соответствия прогнозируемых и действительных значений погонного усилия при прокатке толстых листов

### Раздел 1. «Металлургия»

Идентификацию модели для условий чистовой группы широкополосного стана горячей прокатки (ШСГП) проводили с использованием данных о прокатке 415 полос из марок стали 08пс, СтЗпс, 17Г1С и 15ХСНД. При этом наблюдались следующие условия процесса деформации:  $\theta=800-1080^{\circ}\text{C}$ ;  $\xi=0,055-0,55$ ;  $\vartheta=3-175\text{ с}^{-1}$ ;  $P_1=4,9-20\text{ кН/мм}$ . Известно, что наиболее подходящей для расчета усилия прокатки в условиях чистовой группы является формула Симса. Поэтому расчет  $\bar{\sigma}_s$  выполняли по формуле

$$\bar{\sigma}_s = P_1 / \left[ 1,15 Q_p \sqrt{R(h_0 - h_1)} \right]. \quad (6)$$

Ранее, совместно с Р.А. Исмаиловым [14], в результате аппроксимации графика Симса, воспроизведенного в работе [15], нами была получена зависимость

$$Q_p = 0,692 + 0,008 \frac{R}{h_1} + 1,984\varepsilon + 0,016\varepsilon \frac{R}{h_1} - 2 \cdot 10^{-6} \left( \frac{R}{h_1} \right)^2 - 1,885\varepsilon^2. \quad (7)$$

Для коэффициента коррекции по степени и скорости деформации в чистовой группе ШСГП получили следующие аппроксимации (при доверительной вероятности 95% показатели достоверности  $R^2$  0,941 и 0,945 соответственно):

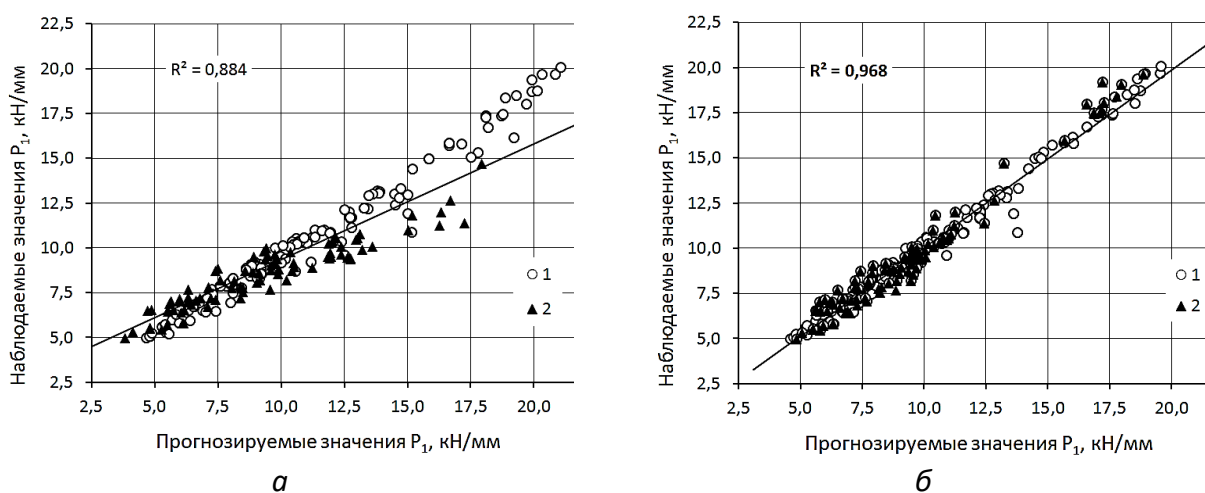
для углеродистых марок стали

$$K_{\xi\vartheta} = 1 + 20,1259\alpha^2 + 3,5773\xi^2 + 0,0032\xi R/h_0 - 16,5606\xi; \quad (8)$$

для низколегированных марок

$$K_{\xi\vartheta} = 0,373 - 9 \cdot 10^{-5} \vartheta^2 + 5,19767\xi - 5,3918\xi^2 + 0,0034m R/h_0. \quad (9)$$

Расчет напряжения текучести по формуле (1) с выбором формул (8) или (9) в зависимости от типа стали позволил достигнуть степень соответствия прогнозируемого и наблюдаемого усилия прокатки в чистовой группе ШСГП около 97% (рис. 2). Относительная ошибка уменьшилась до  $\delta_{\min} = -17,6$  и  $\delta_{\max} = +30,4\%$  при  $\bar{\delta} = -0,67\%$ .



а - при расчетах напряжения текучести по формул (1) при  $K_{\xi\vartheta}=1$ ; б – при расчетах напряжения текучести по формуле (1), а коэффициента  $K_{\xi\vartheta}$  по формулам (8) и (9); 1 и 2 - низколегированные и малоуглеродистые стали соответственно

Рисунок 2. Диаграммы соответствия прогнозируемых и действительных значений погонного усилия прокатки в чистовой группе ШСГП:

## Раздел 1. «Металлургия»

Таким образом, модификация формулы Л.В. Андреюка для расчета напряжения течения коэффициентом фазовых превращений ( $K_{\gamma\alpha}$ ) и коэффициентом коррекции по скорости и степени деформации ( $K_{\xi_0}$ ), позволяет расширить область ее применения по температуре деформации и повысить точность прогноза усилия прокатки.

### Прогнозирование сопротивления деформации при холодной прокатке

При холодной прокатке напряжение текучести обусловлено деформационным упрочнением, скоростью деформации и температурой металла [16-20]:  $\sigma_s = \sigma_{s(\xi_\Sigma)} K_0 K_\theta$ . Здесь  $K_0$  и  $K_\theta$  - коэффициенты влияния скорости и температуры деформирования;  $\sigma_{s(\xi_\Sigma)}$  - напряжение текучести с учетом только деформационного упрочнения в результате суммарной степени деформации  $\xi_\Sigma$ , которая соответствует обжатию от толщины подката  $H$  до толщины на выходе из очага деформации  $h_i$ . Наибольшую долю в изменения напряжения текучести при холодной прокатке вносит деформационное упрочнение. Поэтому в первую очередь необходимо отобразить влияние химического состава на зависимость  $\sigma_{s(\xi_\Sigma)}$ .

С учетом предварительных исследований [21] кривую упрочнения при холодной прокатке выбрали в виде уравнения Холломоны  $\sigma_s = C_\sigma \xi_\Sigma^n$ , где  $\xi_\Sigma = 100(H - h_i)/H$  - степень деформации при обжатии от толщины подката  $H$  до толщины на выходе из очага деформации  $i$ -й клетки  $h_i$ . Для отображения влияние химического состава стали на параметры кривой упрочнения приняли термодинамический коэффициент [3]  $Z_c = (1+2C) \left[ 1 - \varphi_1 (A/100) + \varphi_2 (A/100)^2 \right]$ , где  $A = (Ni + Co + 0,5Mn) + 30(C + N + 0,5B)$  - приведенное содержание аустенитообразующих компонентов;  $\varphi_1 = 5,05 + 0,8\Phi - 0,003\Phi^2$  и  $\varphi_2 = 4,70 + 0,20\Phi - 0,025\Phi^2$  - коэффициенты содержания ферритообразующих компонентов;  $\Phi = (Cr + W + V + Mo + Nb) + 1,5Si + 4(Al + Ti)$  - приведенное содержание ферритообразующих компонентов. Кластерным анализом по коэффициенту  $Z_c$ , используя метод максимальной разности средних значений, выявили 4 группы марок стали (табл.2).

Таблица 2. Значения коэффициента  $Z_c$  для различных групп марок стали

Группа марок	I	II	III	IV
Коэффициент $Z_c$	1,020-1,140	1,177-1,266	1,294-1,324	1,437-1,595

Для каждой группы с помощью программного комплекса STATISTICA методом лучших подмножеств получили аппроксимации влияния характеристик химического состава на коэффициенты степенной зависимости (табл. 3). Например, для группы марок стали I:

$$C_\sigma = -9938,93 - 0,40 \left[ \frac{(1-Al)}{C^*} \right]^2 + 38432,91 \frac{(1-C^*)}{Z_c} - 22250,9 \left[ \frac{(1-C^*)}{Z_c} \right]^2 - 7383,8(1-C^*) + 39,24 \frac{(1-Al)}{C^*} \cdot \frac{(1-C^*)}{Z_c}; \quad (10)$$

**Раздел 1. «Металлургия»**

$$n = 0,4724 + 0,097Z_c \frac{(1-Al)}{C^*} + 0,1071Z_c \frac{(1-LA^*)}{C^*} - 0,0006Z_c C_\sigma +$$

$$+ 0,0009C_\sigma \frac{(1-Al)}{C^*} - 0,0009C_\sigma \frac{(1-LA^*)}{C^*} \tag{11}$$

В таблице 3:  $C^* = C + Mn/6 + Si/4$  - углеродный эквивалент;  $LA^* = Ti + V + Mo + Nb$  - сумма микролегирующих элементов;  $\sigma_H$  - предел текучести горячекатаного подката. Статистические оценки надежности аппроксимаций (коэффициент достоверности  $R^2$ , рассчитанное  $F_p$  и табличное при доверительной вероятности 95%  $F_{95}$  числа Фишера) представлены в табл. 4. Во всех случаях рассчитанные числа Фишера превышают табличные значения, что позволяет считать полученные зависимости достоверными с вероятностью 95 %.

Таблица 3. Коэффициенты аппроксимаций параметров кривой упрочнения в виде степенной зависимости для различных групп марок стали в соответствии с таблицей 2

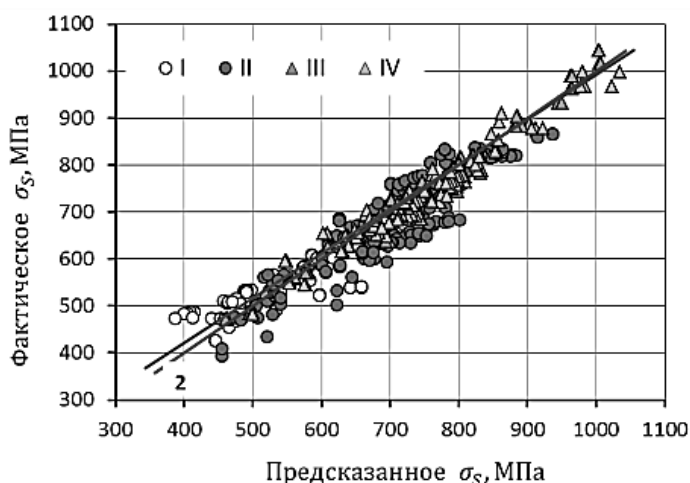
Члены и оценки аппроксимаций	Коэффициенты аппроксимаций параметра $C_\sigma$				Коэффициенты аппроксимаций параметра $n$			
	Группы марок стали							
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Свободный член	-9938,93	514,84	-89,85·10 <sup>3</sup>	-805,34	0,4724	-29,91	1,08	-0,57
$Z_c$	-	-	13,07·10 <sup>4</sup>	-	-	46,66	-	-
$Z_c^2$	-	-	-45,47·10 <sup>3</sup>	-	-	-17,72	-	0,18
$(1-Al)/C^*$	-	-	-	-	-	-	-	0,79
$[(1-Al)/C^*]^2$	-0,40	-67,23	-	-9999,1	-	-	-	-
$(1-C^*)/Z_c$	38432,91	-	-	-	-	-	-	-
$[(1-C^*)/Z_c]^2$	-22250,9	-	-	-	-	-	4,49	-
$(1-LA^*)/C^*$	-	-	-3752,10	-	-	-	-0,68	-
$[(1-LA^*)/C^*]^2$	-	-	-	-	-	-	0,05	-
$Z_c \cdot (1-Al)/C^*$	-	-	-	-	-0,097			
$1-C^*$	-7383,80	-628,6		3641,66				
$\frac{1-Al}{C^*} \cdot \frac{1-C^*}{Z_c}$	39,24	-	-	-	-	-	-	-
$Z_c \cdot (1-LA^*)/C^*$	-	-	-	-	0,1071	-0,18	-	-

**Раздел 1. «Металлургия»**

$\frac{(1-AI)(1-LA^*)}{(C^*)^2}$	-	62,68	-	9631,54	-	-	-	-
$\frac{1-C^*}{Z_c} \cdot \frac{1-LA^*}{C^*}$	-	-	4931,71	-	-	0,27	-	-1,18
$\sigma_{sH} \cdot (1-AI)/C^*$	-	2,25	-	37,96	-	-	-	-
$\sigma_{sH} \cdot (1-LA^*)/C^*$	-	-2,04	0,20	-37,28	-	-	-	-
$C_\sigma$	-	-	-	-	-	-	-0,011	-
$Z_c \cdot C_\sigma$	-	-	-	-	-0,0006	-0,0007	0,007	-0,001
$C_\sigma \cdot (1-AI)/C^*$	-	-	-	-	0,0009	-	-	-
$C_\sigma \cdot (1-C^*)/Z_c$	-	-	-	-	-	-	-	0,003
$C_\sigma \cdot (1-LA^*)/C^*$	-	-	-	-	-0,0009	-	-	-

Таблица 4. Статистические оценки надежности аппроксимаций в соответствии с таблицей 3

Оценки надежности	Коэффициенты аппроксимаций параметра $C_\sigma$				Коэффициенты аппроксимаций параметра $n$			
	Группы марок стали							
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
$R^2$	0,9972	0,8698	0,9289	0,8112	0,9794	0,8165	0,863	0,9954
$F_p$	2170,2995	40,097	78,3882	27,557	285,262	26,975	37,69	1298,3
$F_{95}$	2,5868	2,5719	3,2039	2,5868	2,5868	2,5719	3,203	2,5868



I, II, III, IV – группы марок стали в соответствии с таблицей 2

## Раздел 1. «Металлургия»

Чтобы оценить погрешности предлагаемого метода расчета напряжения текучести при холодной прокатке использовали массив

экспериментальных данных о прокатке 13 марок стали в диапазоне степени деформации от 6 до 78 % (всего 476 наблюдений). Прогнозируемые значения рассчитывали по формуле  $\sigma_s = C_\sigma \xi_\Sigma^n$ , определяя  $C_\sigma$  и  $n$  для каждой марки стали в соответствии с табл. 3. Степень соответствия прогнозируемых и фактических значений составила 90,7 % (рис. 3) при относительных ошибках  $\delta_{\min} = -13,6 \%$ ;  $\delta_{\max} = +15,9 \%$ ;  $\bar{\delta} = -0,3 \%$ .

Рисунок 3. Диаграмма соответствия фактических и прогнозируемых напряжений текучести при холодной прокатке

### Заключение

Применительно к горячей листовой прокатке разработана модель прогноза напряжения текучести, базирующаяся на формуле Л.В. Андреюка. Дополнение данной формулы коэффициентом влияния фазовых превращений  $K_{\gamma\alpha}$ , а также коэффициентом коррекции по скорости и степени деформации  $K_{\xi\theta}$  позволило существенно расширить область ее использования.

С целью отображения влияния химического состава стали на особенности деформационного упрочнения при холодной прокатке применена комплексная характеристика «термодинамический коэффициент структурно-фазового состава»  $Z_c$ , а марки стали классифицированы на четыре группы. Для каждой группы наименьшая ошибка прогноза напряжения текучести наблюдается при расчетах по уравнению Холломона, коэффициенты которого представлены функциями параметра  $Z_c$ .

Разработанные модели позволяют учитывать непостоянство прочностных характеристик прокатываемого металла в связи с вариациями плавочного химсостава, а также разрабатывать режимы прокатки марок стали, особенности сопротивления деформации которых еще не известны.

### Список использованных источников

- 1 Целиков, А. И. Теория прокатки / А. И. Целиков, А. И. Гришков. – М.: Metallurgy, 1970. – 359 с.
- 2 Грудев, А. П. Теория прокатки / А.П. Грудев. – М.: Интэрмет Инжиниринг, 2001. – 280 с.
- 3 Процесс прокатки / М. А. Зайков, В. П. Полухин, А. М. Зайков, Л. Н. Смирнов. – М.: МИСИС, 2004. – 640 с.
- 4 Mathematical Modeling of Mean Flow Stress during the Hot Strip Rolling of Nb Steels / K. Minami, F. Siciliano Jr., T. M. Maccagno, J. J. Jonas // ISIJ International. – 1996. – Vol. 36 – No. 12, – P. 1507-1515.
- 5 Recalculation of Flow Stresses from Industrial Process Data for Heavy Plate Rolling Using a 2D Finite Element Model / Erik Parteder, Klaus Zeman, Huiying Du, Rainer Grill // Steel Research Int. – 2012. – Vol. 83. – № 2. P. 124-130.
- 6 Dimatteo, A. Prediction of Mean Flow Stress during Hot Strip Rolling Using Genetic Algorithms / A. Dimatteo, M. Vannucci, V. Colla // ISIJ International. – 2014. – Vol. 54. – № 1. P. 171-178.
- 7 Воронцов, А. Л. Теория и расчеты процессов обработки металлов давлением: учеб. пособие : в 2 т. / А. Л. Воронцов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. – Т. 1.
- 8 Сопротивление деформации и пластичность металлов при обработке давлением : учеб. пособие / Ю. Г. Калпин, В. И. Перфилов, П. А. Петров [и др.]. М.: МГТУ МАМИ, 2005. – 113 с.
- 9 Колбасников, Н. Г. Теория обработки металлов давлением. Сопротивление деформации и пластичность / Н. Г. Колбасников. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2000. – 311 с.
- 10 Андреюк, Л. В. Аналитическая зависимость сопротивления деформации металла от температуры, скорости и степени деформации / Л. В. Андреюк, Г. Г. Тюленев // Сталь. – 1972. – № 6. – С. 825-828.

**Раздел 1. «Металлургия»**

- 11 Румянцев М. И. Опыт построения и применения моделей сопротивления деформации для автоматизированного проектирования режимов прокатки / М. И. Румянцев // Современные металлические материалы и технологии (СММТ 2013): труды международной научно-технической конференции. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та., 2013. – С. 408-410.
- 12 Romyantsev, M. Prediction model of the flow stress for the computer-aided design hot rolling sheet and strips pattern / M. Romyantsev, V. Belov, I. Razgulin // From 24-th International Conference on Metallurgy and Materials «METAL 2015». – Brno: TANGER, 2015. – P. 395-402.
- 13 Шабалов, И.П. Стали для труб и строительных конструкций с повышенными эксплуатационными свойствами. / И.П. Шабалов, Ю.Д. Морозов, Л.И. Эфрон - М.: Metallurgizdat, 2003. - 520 с.
- 14 Исмагилов, Р. А. Технология производства тонких горячекатаных оцинкованных полос с применением прокатки на широкополосном стане : дис. ... канд. техн. наук : 05.16.05 / Исмагилов Рустам Амирович. – Магнитогорск, 2007. – 183 с.
- 15 Рокотян, Е. С. Энергосиловые параметры обжимных и листовых станов / Е. С. Рокотян, С. Е. Рокотян. – М.: Metallurgia, 1968. – 270 с.
- 16 Робертс, В. Холодная прокатка стали / В. Робертс [пер. с англ.]. – М.: Metallurgia, 1984. – 544 с.
- 17 Белосевич, В. К. Трение, смазка, теплообмен при холодной прокатке листовой стали / В. К. Белосевич. – М.: Metallurgia, 1989. – 256 с.
- 18 Управление качеством тонколистового проката / В. Л. Мазур, А. М. Сафьян, И. Ю. Приходько, О. И. Яценко. – Киев: Техніка, 1997. – 384 с.
- 19 Василев, Я. Д. Инженерные модели и алгоритмы расчета параметров холодной прокатки / Я. Д. Василев. – М.: Metallurgia, 1995. – 368 с.
- 20 Мазур, И.П. Математическое моделирование процесса холодной прокатки высокопрочной стали на непрерывном пятиклетевом стане 2030 / И.П. Мазур, А.П. Долматов, С.С. Борисов // Известие высших учебных заведений. Черная металлургия. - 2010. - № 5. - С. 41-44.
- 21 Румянцев, М.И. Сравнение методов прогнозирования деформационного упрочнения металла при автоматизированном проектировании режимов холодной прокатки / М. И. Румянцев, И. Г. Шубин, В. С. Митасов [и др.] // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г. И. Носова. –2012. – № 2. – С. 39-42.

М.И. Румянцев, А.Н. Завалицин

**Болатты прокаттау кезінде акқыштық кернеуін болжау  
Еркін химиялық құрамы бар**

Еркін химиялық құрамы бар Болаттың ағу кернеуін болжауға арналған модельдер жасалды, бұл болат маркаларын илемдеу режимдерін жасауға мүмкіндік береді, деформацияға төзімділіктің ерекшеліктері әлі белгісіз, сонымен қатар илемдеуді автоматты басқару кезінде бірдей маркалы болаттың әртүрлі балқытуларындағы химиялық құрамның өзгеруін ескереді.

Ыстық прокатқа арналған Модель Л.в. Андрейюктің формуласына негізделген, ол фазалық түрлендірулердің әсер ету коэффициентімен, сондай-ақ жылдамдық пен деформация дәрежесі бойынша түзету коэффициентімен толықтырылған. Бұл температура үшін сенімділік аралығының төменгі шегін 700 ° С-қа дейін азайтуға және сенімділік аралығының жоғарғы шегін деформация дәрежесі бойынша 0,5-ке дейін көтеруге мүмкіндік берді.

Болаттың химиялық құрамының суық илектеу кезіндегі беріктендіру ерекшеліктеріне әсерін ескеру үшін "құрылымдық-фазалық құрамның термодинамикалық коэффициенті" индикаторы қолданылады. Осы көрсеткіш бойынша кластерлік талдау Болат маркаларының төрт тобын анықтады. Әр топ үшін кірістілік кернеуін болжаудың ең аз

## Раздел 1. «Металлургия»

қателігі холломон теңдеуін қолдану кезінде байқалады, оның коэффициенттері параметр функциялары ретінде көрінеді .

Модельдер 95% ықтималдылықпен сенімді. Ыстық және суық жазық Илемдеудің болжамды параметрлерінің болжамды және нақты мәндерінің сәйкестік дәрежесі 90% - дан асады.

*Түйінді сөздер:* аққыштық кернеуі, еркін химиялық құрамдағы Болат, ыстық табақты илемдеу, суық табақты илемдеу, бірнеше регрессиялық талдау

M.I. Rumyantsev, A.N. Zavalishchin

### Prediction of the flow stress at rolling the steel with an arbitrary chemical composition

In the development and analysis of modes of rolling it is necessary to perform constraint checking of the force, torque and power rolling. For the prediction of said parameters it is necessary to calculate the resistance deformation of the metal, which is associated with a yield stress of the metal under these thermomechanical factors (strain, strain rate and temperature of deformation). The models yield strength steel with an arbitrary chemical composition are necessary to display the inconstancy of strength characteristics of the rolled metal due to variations of melting chemical composition, as well as for the development of the rolling steel grades, features of resistance deformation are not known.

Model for prediction Flow Stress of the hot rolling is based on method developed by Andreyuk. The formula of Andreyuk supplemented by a factor of influence of phase transformations  $K_{\gamma\alpha}$ , as well as correction factor for the strain and strain rate  $K_{\xi\eta}$ . This allowed to reduce the lower limit of the confidence interval for the temperature to 700 °C and raise the upper limit of the confidence interval of the strain to 0,5.

To represent the influence of chemical composition of steel on the features of hardening in cold rolling it was suggested that a versatility indicator of the «thermodynamic coefficient of structural-phase composition»  $Z_c$ . According to the magnitude of four groups of steel grades are detailed. For each group the lowest prediction error of flow stress is observed when the computation is performed by the Hollomon equation and its coefficients have representation as functions of  $Z_c$ .

As a result, models to prediction the Flow Stress during hot and cold rolling of steel sheets and strips were obtained. Models are reliable with a 95% probability. The degree of compliance with the projected and actual values of the Rolling Force for hot and cold flat rolling of more than 90 %.

*Key words:* flow stress, steel with an arbitrary chemical composition, hot flat rolling, cold flat rolling, multiple regression analysis

#### References

- 1 Celikov, A. I. Teoriya prokatki / A. I. Celikov, A. I. Grishkov. – M.: Metallurgiya, 1970. – 359 s.
- 2 Grudev, A. P. Teoriya prokatki / A.P. Grudev. – M.: Intnrmnet Inzhiniring, 2001. – 280 s.
- 3 Process prokatki / M. A. Zajkov, V. P. Poluhin, A. M. Zajkov, L. N. Smirnov. – M.: MISIS, 2004. – 640 s.
- 4 Mathematical Modeling of Mean Flow Stress during the Hot Strip Rolling of Nb Steels / K. Minami, F. Siciliano Jr., T. M. Maccagno, J. J. Jonas // ISIJ International. – 1996. – Vol. 36 – No. 12, – P. 1507-1515.



**Раздел 1. «Металлургия»**

- 5 Recalculation of Flow Stresses from Industrial Process Data for Heavy Plate Rolling Using a 2D Finite Element Model / Erik Parteder, Klaus Zeman, Huiying Du, Rainer Grill // *Steel Research Int.* – 2012. – Vol. 83. – № 2. P. 124-130.
- 6 Dimatteo, A. Prediction of Mean Flow Stress during Hot Strip Rolling Using Genetic Algorithms / A. Dimatteo, M. Vannucci, V. Colla // *ISIJ International.* –2014. – Vol. 54. – № 1. P. 171-178.
- 7 Voroncov, A. L. Teoriya i raschety processov obrabotki metallov davleniem: ucheb. posobie: v 2 t. / A. L. Voroncov. – M.: Izd-vo MGTU im. N. E. Baumana, 2014. – T. 1.
- 8 Soprotivlenie deformacii i plastichnost' metallov pri obrabotke davleniem: ucheb. posobie / YU. G. Kalpin, V. I. Perfilov, P. A. Petrov [i dr.]. M.: MGTU MAMI, 2005. – 113 s.
- 9 Kolbasnikov, N. G. Teoriya obrabotki metallov davleniem. Soprotivlenie deformacii i plastichnost' / N. G. Kolbasnikov. – SPb.: Izd-vo SPbGTU, 2000. – 311 s.
- 10 Andreyuk, L. V. Analiticheskaya zavisimost' soprotivleniya deformacii metalla ot temperatury, skorosti i stepeni deformacii / L. V. Andreyuk, G. G. Tyulenev // *Stal'*. – 1972. – № 6. – S. 825-828.
- 11 Rumyancev M. I. Opyt postroeniya i primeneniya modelej soprotivleniya deformacii dlya avtomatizirovannogo proektirovaniya rezhimov prokatki / M. I. Rumyancev // *Sovremennye metallicheskie materialy i tekhnologii (SMMT 2013): trudy mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii.* – SPb.: Izd-vo Politekh. un-ta., 2013. – S. 408-410.
- 12 Rumyantsev, M. Prediction model of the flow stress for the computer-aided design hot rolling sheet and strips pattern / M. Rumyantsev, V. Belov, I. Razgulin // *From 24-th International Conference on Metallurgy and Materials «METAL 2015».* – Brno: TANGER, 2015. – P. 395-402.
- 13 SHabalov, I.P. Stali dlya trub i stroitel'nyh konstrukcij s povyshennymi ekspluatsionnymi svojstvami. / I.P. SHabalov, YU.D. Morozov, L.I. Efron - M.: Metallurgizdat, 2003. - 520 s.
- 14 Ismagilov, R. A. Tekhnologiya proizvodstva tonkih goryachekatanyh ocinkovannyh polos s primeneniem prokatki na shirokopolosnom stane : dis. ... kand. tekhn. nauk : 05.16.05 / Ismagilov Rustam Amirovich. – Magnitogorsk, 2007. – 183 s.
- 15 Rokotyan, E. S. Energosilovye parametry obzhimnyh i listovyh stanov / E. S. Rokotyan, S. E. Rokotyan. – M.: Metallurgiya, 1968. – 270 s.
- 16 Roberts, V. Holodnaya prokatka stali / V. Roberts [per. s angl.]. – M.: Metallurgiya, 1984. – 544 s.
- 17 Belosevich, V. K. Trenie, smazka, teploobmen pri holodnoj prokatke listovoj stali / V. K. Belosevich. – M.: Metallurgiya, 1989. – 256 s.
- 18 Upravlenie kachestvom tonkolistovogo prokata / V. L. Mazur, A. M. Saf'yan, I. YU. Prihod'ko, O. I. YAcenko. – Kiev: Tekhnika, 1997. – 384 s.
- 19 Vasilev, YA. D. Inzhenernye modeli i algoritmy rascheta parametrov holodnoj prokatki / YA. D. Vasilev. – M.: Metallurgiya, 1995. – 368 s.
- 20 Mazur, I.P. Matematicheskoe modelirovanie processa holodnoj prokatki vysokoprochnoj stali na nepreryvnom pyatikletevom stane 2030 / I.P. Mazur, A.P. Dolmatov, S.S. Borisov // *Izvestie vysshih uchebnyh zavedenij. Chernaya metallurgiya.* - 2010. - № 5. - S. 41-44.
- 21 Rumyancev, M.I. Sravnenie metodov prognozirovaniya deformacionnogo uprochneniya metalla pri avtomatizirovannom proektirovanii rezhimov holodnoj prokatki / M. I. Rumyancev, I. G. SHubin, B. C. Mitasov [i dr.] // *Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. G. I. Nosova.* –2012. – № 2. – S. 39-42.

---

---

**Раздел 2**

**Информационно-  
коммуникационные  
технологии**

## Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»

DOI 10.53002/2022.2-2309-1177.05  
МРНТИ 44.29.29

А.А. Смайл, З.А. Баяилова

*Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Республика Казахстан  
(e-mail: [a.smail@ttu.edu.kz](mailto:a.smail@ttu.edu.kz))*

### Обзор методов управления электрическими режимами

В статье рассмотрена разработка методов управления оптимизацией электрического режима, особенно методов оптимизации. Результаты показывают, что метод статической детерминированной оптимизации был хорошо разработан. Что касается проблемы оптимизации электрических режимов в реальном времени с учетом случайного поведения энергосистемы, то, хотя в этом направлении проделана большая работа, для крупномасштабных систем решение этой проблемы все еще остается открытым вопросом. Одним из возможных решений является использование методов адаптивного прогнозирования и методы случайной динамической оптимизации. Чтобы обеспечить адаптивность, применяемый метод прогнозирования должен автоматически адаптироваться к текущему состоянию системы и определять подразумеваемые зависимости между параметрами системы. Рассматривается применение различных методов машинного обучения в электроэнергетике, особенно при оценке состояния и прогнозировании электрических схем.

*Ключевые слова:* ЭЭС (электроэнергетические системы), электрические режимы, ВИЭ (возобновляемые источники энергии), Smart Grids, ветровые электростанции, солнечные электростанции, электромобили, квазиньютоновский метод, метод оптимального управления, метод Лагранжевой релаксации.

#### *Введение*

Разработка методов анализа и управления электрическими режимами началась одновременно с созданием крупномасштабных интегрированных энергетических систем в 1960-х годах. В то же время методы линейного и выпуклого программирования и математические теории оптимального управления разрабатываются для решения основных экономических проблем. Начиная с 1975-85 годов проводились активные исследования по разработке методов и средств автоматического и оптимального управления.

Разработка методов оптимизации модели энергосистемы основана на работах следующих ученых: Понтягин Л.С., Горнштейн В.М., Маркович И.М., Фазылов Х.Ф., Веников В.А., Идельчик В.И., Лебедев В.И., Пухов Г.Е., Руденко Ю.Н., Воропай Н.И., Крумм Л.А., Гамм А.З., Мурашко Н.А., Совалов С.А., Гончуков В.В., Баринов В.А., Арзамасцев Д.А., Бартоломей П.И., Холян А.М., Войтов О.Н., Кучеров Ю.Н., Дикин И.И., Колосок И.Н., Голуб И.И., Зоркальцев В.И., Хамисов О.В., Курбацкий В.Г. и др. В части оптимизации использовались работы Ю.Е. Нестерова и Р. Беллмана.

#### *Основная часть*

Современное развитие энергосистемы. Уже более десяти лет во многих странах развивается концепция так называемой «умной сети» [1,2]. Эта концепция включает в себя рассмотрение следующих вопросов:

- 1) Использование энергетических компонентов ЭЭС, включая устройства компьютерного управления, для производства, накопления, передачи, распределения и потребления электроэнергии;
- 2) Применение современных информационно-коммуникационных технологий в управлении ЭЭС;
- 3) Использование новых методов управления ЭЭС, таких как сложные вычислительные алгоритмы и машинное обучение;

## Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»

4) Использование регулировочных устройств, обеспечивающих активное поведение потребителей для управления их потреблением электроэнергии;

5) Внедрение возобновляемой и маломасштабной распределенной выработки электроэнергии.

Следует обратить внимание на проблему распределенной генерации. В настоящее время во всем мире внедряются возобновляемые источники энергии, такие как ветряные турбины и солнечные электростанции. Увеличение доли возобновляемых источников энергии видно на рисунке 1. Этот прогноз взят из отчета «Международная Энергетическая Перспектива 2018», США [3].

Эта тенденция существует из-за двух противоположных факторов. С одной стороны, в условиях устаревших базовых энергетических фондов и либерализации энергетики, учитывая ее довольно высокую стоимость, технологии использования возобновляемых источников энергии становятся востребованными. С другой стороны, научный прогресс также имеет положительный фактор, поскольку ветряные турбины и солнечные электростанции уже могут обеспечивать приемлемую эффективность. В то же время мощность, вырабатываемая этим источником энергии, не является постоянной величиной и зависит от природных условий: наличия ветра, активности солнечного излучения и т.д. В результате эта нестабильность производства электроэнергии из возобновляемых источников энергии оказывает негативное влияние на стабильную работу энергосистемы и усложняет прогнозирование и оптимизацию модели ЭЭС. Поэтому классический принцип организации управления энергосистемой, когда система планируется заранее, а управление выполняется вручную, неприменим к электростанциям с большой долей ВИЭ [4].

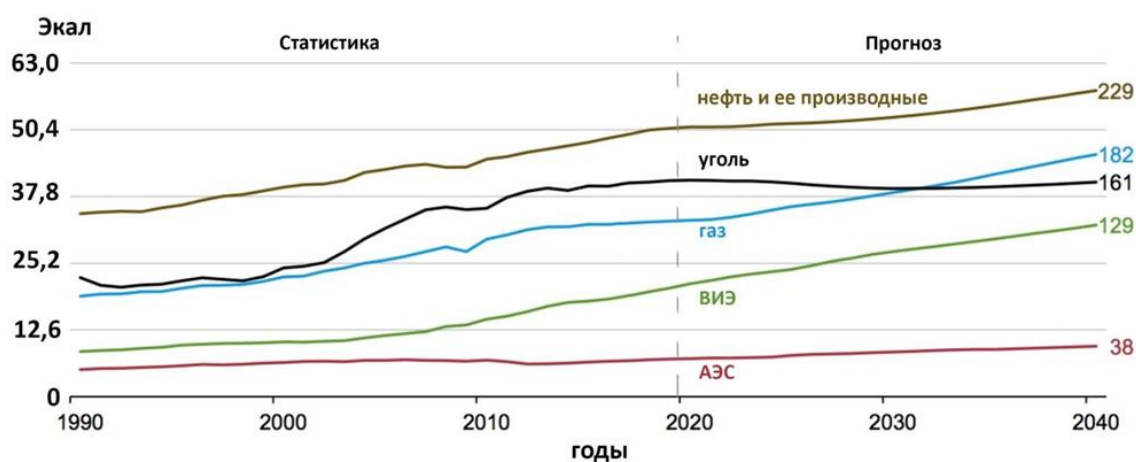


Рисунок 1. Прогноз объемов различных типов энергоносителей

Еще одной важной тенденцией, которую следует учитывать при анализе развития энергосистем, является развитие электромобилей. В настоящее время ископаемое топливо является основным источником энергии для автомобильного транспорта. Истощение запасов ископаемого топлива стимулирует поиск альтернативных источников энергии для автомобилей. Кроме того, сжигание ископаемого топлива приводит к образованию парниковых газов, которые оказывают значительное влияние на изменение климата. Согласно отчету [5], к 2037 году потребление нефти в транспортном секторе увеличится на 57%. В то же время цены на нефть будут продолжать расти в ближайшие два десятилетия. В связи с этим мир упорно работает над сокращением потребления нефти, одним из которых являются электромобили. В дальнейшем рост доли электромобилей будет только увеличиваться. Например, во время Парижской конференции по климату 2015 года была принята совместная инициатива «Парижская декларация по электромобильности и изменению климата и призыв к действиям». Для достижения целей, поставленных в декларации, к 2030 году на долю электромобилей должно приходиться 35% мировых продаж автомобилей [6].

Электромобили создают дополнительный неопределенный компонент для поведения ЭЭС, что оказывает негативное влияние на моделирование и управление систем. Когда электромобиль непоследовательно подключен к электросети на полной мощности, необходимой для зарядки (например, 5 киловатт), это несогласованное поведение может привести к локальным проблемам в

## Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»

режиме ЭЭС, таким как дополнительные потери мощности и отклонение напряжения, что может привести к ухудшению качества электроэнергии, а стабильность ЭЭС может уменьшаться.

Чтобы провести качественную оценку потенциального воздействия электромобилей на электросеть, доля электромобилей в общей нагрузке электросети оценивается на основе следующих общедоступных статистических данных:

- 1) Данные о количестве автотранспортных средств на душу населения [7];
- 2) Статистические данные и демографические прогнозы по странам [8];
- 3) Статистика и прогнозы потребления электроэнергии по странам [9,10].

Также был сделан вывод о росте продаж электромобилей [11], принимая во внимание текущую тенденцию и объявленную долю в 37% от общего объема продаж автомобилей.

Таким образом, если взять в качестве примера потребление электроэнергии в таких странах, как Россия, США, Франция и Германия (рис. 2), прогнозируемая доля потребления электромобилей является значительной и достигает 25% (рис. 3). Эти данные не учитывают возможное насыщение автомобильного рынка, но этот метод приемлем для качественной оценки.

Следовательно, с точки зрения ее моделирования интеллектуальная энергосистема характеризуется наличием большого количества элементов, а ее структура случайна во времени. Давайте перечислим основные компоненты ЭЭС, которые вносят неопределенность в модель системы:

- 1) Альтернативные источники выработки электроэнергии: ветряные турбины и солнечные электростанции.
- 2) Изменчивость бытовых нагрузок, включая адаптивные нагрузки.
- 3) Зарядная станция для электромобилей.
- 4) Оборудование для хранения, включая технологию Vehicle-to-grid (V2G) — концепция двустороннего использования электромобилей и гибридных транспортных средств означает, что автомобиль подключен к общей электросети для зарядки автомобиля, и есть возможность передавать электричество в автомобиль.

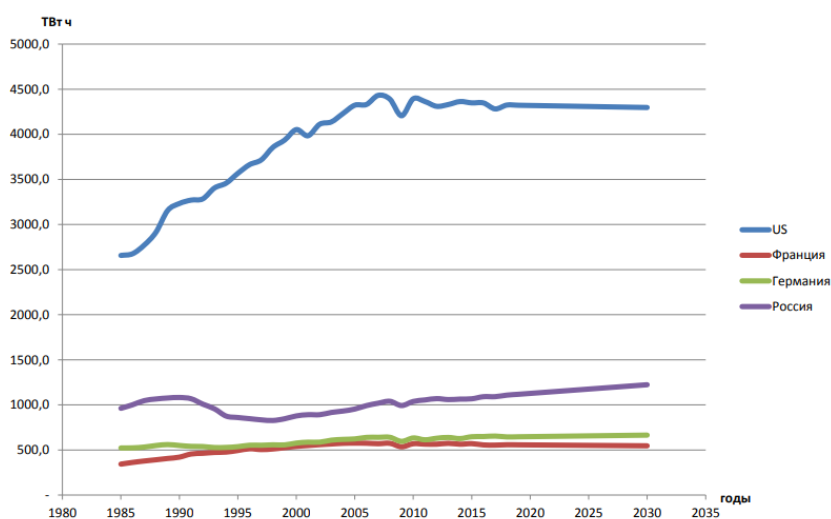


Рисунок 2. Прогноз электропотребления

## Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»

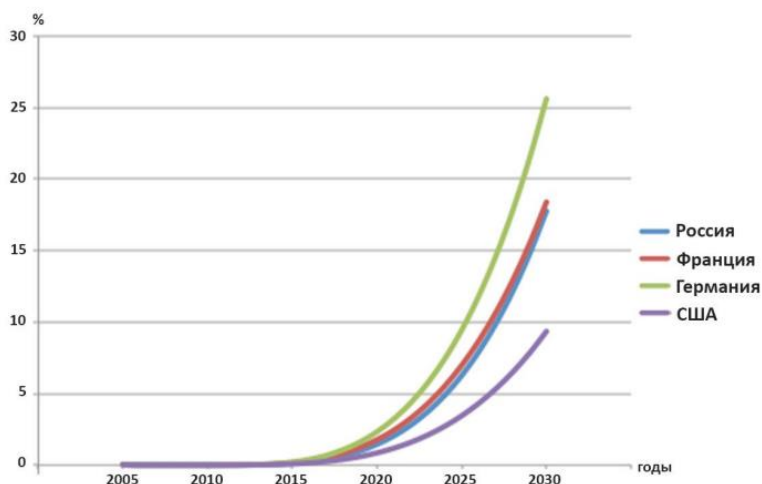


Рисунок 3. Рост доли электромобилей в объеме нагрузки электрических сетей в процентах

Описываемые тенденции показывают увеличение сложности энергосистем и как следствие необходимость более оперативного управления режимами таких энергосистем, а в идеале автоматического оптимального управления. Современные тенденции в развитии ЭЭС приводят к тому, что несмотря на развитие средств мониторинга, поведение ЭЭС становится менее прогнозируемым. Для компенсации этого системы управления ЭЭС должны становиться все более «умными».

Проблема оптимального управления электрическими режимами является одной из наиболее важных и хорошо изученных исследований в области энергетики. Оптимальное управление здесь означает весь объем задач, включая планирование режимов автоматического и автоматизированного диспетчерского управления. Как правило, оптимальное управление основано на задаче нахождения оптимального распределения потока, которая включает в себя нахождение минимального значения целевой функции путем изменения свободных переменных системы с учетом сетевых ограничений и свободных параметров системы.

### Результаты и обсуждение

Чтобы проследить историческое развитие методов оптимального управления для нормального режима ЭЭС, приведем их расширенную классификацию на рисунке 4.

Разработка методов управления оптимизацией электрического режима начинается с планирования режима. Все параметры режима задаются детерминированно.

Разработка методов анализа и управления электрическими схемами началась одновременно с созданием объединенной крупномасштабной энергосистемы в 1960-х годах [12]. В то же время методы линейного и выпуклого программирования и математические теории оптимального управления разрабатываются для решения основных экономических задач [12]. Появление первого компьютера способствовало возможности применения методов оптимизации на практике. Сибирский научно-исследовательский институт энергетики (СЭИ) проводил активные исследования по разработке методов и методов автоматического управления ЭЭС в 1970-х и 1980-х годах [13].

В настоящее время существуют эффективные методы решения задачи выпуклой оптимизации [14] для статической оптимизации электрического режима электростанций:

- 1) Методы внутренней точки для решения выпуклой оптимизации с ограничениями. Этот метод был впервые разработан И.И. Дикиным и разработанный рядом авторов [15].
- 2) Квазиньютоновский метод нелинейной оптимизации [16].

При оптимизации электрического режима обычно предполагается выпуклость задачи оптимизации. Если оптимальное решение найдено достаточно близко к оптимальной начальной точке, это может быть разрешено. В случае невыпуклых задач оптимизации, как и в общем случае при рассмотрении режима оптимизации ограничений, оба метода могут быть использованы для оптимизации выпуклой релаксации задачи [17].

## Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»

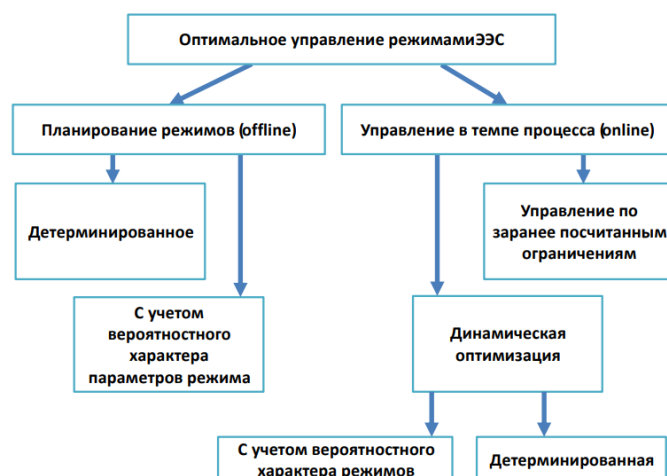


Рисунок 4. Классификация методов оптимального управления нормальными электрическими режимами

Для планирования режима используется метод статической детерминированной оптимизации электрического режима. Периодичность планирования обычно бывает сезонной и при планировании ремонтных работ.

До конца 1980-х годов большинство исследований в области оптимизации электрических режимов не учитывали вероятностное поведение энергосистемы активных нагрузок и ВИЭ, но с началом распространения таких элементов в энергосистеме исследования по оптимизации режимов с учетом вероятностного поведения использования EES также усилилось. В зарубежной литературе этот термин называется Probabilistic Optimal Power Flow (POPF).

Для оптимизации в условиях неопределенности было разработано множество надежных методов [18], которые подходят для конкретных, обычно локальных задач. В постановке задачи робастной оптимизации неопределенная переменная описывается как случайное значение некоторого интервала [18].

Учитывая вероятностный характер переменных режимов, другим вариантом оптимизации является метод оптимизации с вероятностными ограничениями [18]. При постановке задач оптимизации с вероятностными ограничениями неопределенные переменные описываются как случайные величины с определенным случайным распределением. В то же время, если предполагается линейность модели электрической сети и случайные величины распределены нормально, существует эквивалентное детерминированное представление [18]. Сетевая модель является линейной, например, при оптимизации в рамках решения задачи сбалансированной надежности. Для работы и управления электрическим режимом, рассматриваемым в этой статье, модель электрической сети не является линейной. В этом случае задача оптимизации с учетом вероятностных ограничений решается с использованием приближенных методов, например, аппроксимации выборочного среднего [19], обратного отображения [19] и внутренне-внешней аппроксимации [19].

Методы оптимального управления системой можно разделить на две категории (рисунок 4):

- 1) Ввод режима заранее рассчитанного предела. Есть много работ, в которых используется этот метод. Решение, полученное таким образом, может быть неоптимальным и использоваться для решения задач локальной оптимизации, например, для оптимизации на уровне адаптивной нагрузки.
- 2) Оптимальное управление, основанное на алгоритме оптимизации.

Основная идея оптимизации электрического состояния в реальном времени состоит в том, чтобы реагировать на колебания параметров электрического состояния в каждый момент времени, и эти реакции могут быть либо оптимальными, либо неоптимальными в определенный момент времени. Это отличается от автономной оптимизации (детерминированной и стохастической), при которой оптимальное управляющее воздействие вычисляется только один раз в каждый момент времени.

## Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»

В 1989 году были [20] предложены концепция и математическая формула для оптимизации электрических режимов в реальном времени. Эта работа основана на методе квадратичной оптимизации и ограничена использованием линейных моделей. В будущем в этом направлении будет проведено много исследований, но из-за сложности проблем в общей постановке решения обычно ограничиваются локальными постановками. Например, в [20] предложен метод, основанный на проекции градиента между временными срезами. Это решение используется для динамической оптимизации радиальных распределительных сетей. Этот метод основан на методе квазипоследовательности, предложенном в литературе [21], который был усовершенствован в другом исследовании [22]. В работе [23] предлагается почасовое планирование энергопотребления на основе последовательных фрагментов данных. Этот метод использует линейную модель и метод вероятностной оптимизации для учета неопределенности ВИЭ.

В работе [24] машинное обучение, основанное на полностью связанных нейронных сетях, используется для оптимизации в реальном времени. Использование ИНС (искусственные нейронные сети) позволяет достичь высоких скоростей оптимального управления, но ограничено лишь ограниченным числом сценариев, в которых происходит обучение.

В работах [25] для решения этой задачи используется аналитический метод Лагранжевой релаксации. Двухуровневое программирование используется в [25]. Существуют решения предложенных проблем с использованием Марковского процесса принятия решений [26], динамического планирования [25] и случайной оптимизации с помощью имитационного отжига [27]. В работе [27] ранее полученные прогнозы производства возобновляемой энергии используются при многоцикловой оптимизации. Отличительной особенностью всех предлагаемых решений является то, что они ориентированы на оптимизацию довольно небольших (менее 100 узлов) и обычно изолированных сетей.

В статье рассматривается оптимизация и управление электрическим режимом крупномасштабных энергосистем. В то же время задача ограничивается оптимизацией нормального электрического режима энергосистемы при скорости процесса. Под скоростью процесса понимается работа системы управления, и ее скорость обеспечивает оптимальное управление текущим режимом в диапазоне регулирования около нескольких дней. Частота управляющих воздействий для этой задачи невелика, и она эквивалентна нескольким действиям в день управляющего оборудования в высоковольтной сети. Сложность этой задачи заключается в том, что целевая функция учитывает составляющую каждого отдельного момента, которая зависит от прошлой траектории изменений параметров управления, что делает процесс не Марковским. Кроме того, оптимальное управление реальное время с учетом стохастического поведения ЭЭС является задачей динамического смешанно-целочисленного нелинейного программирования с учетом неопределенностей параметров системы.

Рассматриваемая сеть ограничена только моделью высоковольтной сети, в которой активная нагрузка и выработка возобновляемой энергии представлены случайными величинами с известным нормальным или приведенным к нормальному распределением вероятности. В таблице 1 показано расширенное сравнение методов, применимых к этой задаче.

Таблица 1. Сравнение вариантов оптимизации для целей оперативного и автоматического управления

Вариант оптимизации	Особенности	Преимущества	Недостатки
Статическая оптимизация	Период оптимизации достаточно большой (в среднем раз в месяц), так как проводится для типовых планируемых режимов. Основной подход, используемый сейчас на практике.	Хорошо проработанные эффективные методы оптимизации, в том числе в вероятностной постановке.	Большой период оптимизации, в результате чего не полностью используются технические возможности по регулированию режимов.



**Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»**

Вариант оптимизации	Особенности	Преимущества	Недостатки
Динамическое программирование	Применение для процессов, обладающих Марковскими свойствами. Управление в темпе процесса на небольшой горизонт в будущем.	Высокое быстродействие. Нет необходимости в отдельном методе прогнозирования.	Применимо только для локальных задач оптимального управления.
Много-периодическая оптимизация методами релаксации	Работают на основе прогноза. Использование эффективных методов статической оптимизации для двойственной задачи.	В результате находится обоснованный минимум.	Ограничено небольшим объемом решаемой задачи (до 100 узлов). Возможны ситуации вырожденности Якобиана при решении двойственной задачи. Применяются для оптимизации задач с непрерывной целевой функцией, с учетом ограничений.
Стохастические методы много-периодической оптимизации	Работают на основе прогноза. Используют универсальные методы Стохастической оптимизации с учетом времени.	Простые интуитивно-понятные алгоритмы. Возможность решения большого спектра оптимизационных задач.	Большая вычислительная сложность для не Марковских процессов. Поэтому применение ограничено локальными задачами небольшого объема.

Темп процесса оптимизации нормального электрического режима энергосистемы также включает в себя задачу прогнозирования. Общая схема алгоритма оптимального управления для рассматриваемой задачи показана на рисунке 5. Проблемы, изучаемые в этой статье и предлагаемые на этом рисунке, следующие: режим прогнозирования и динамическая оптимизация на основе прогнозирования.

## Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»

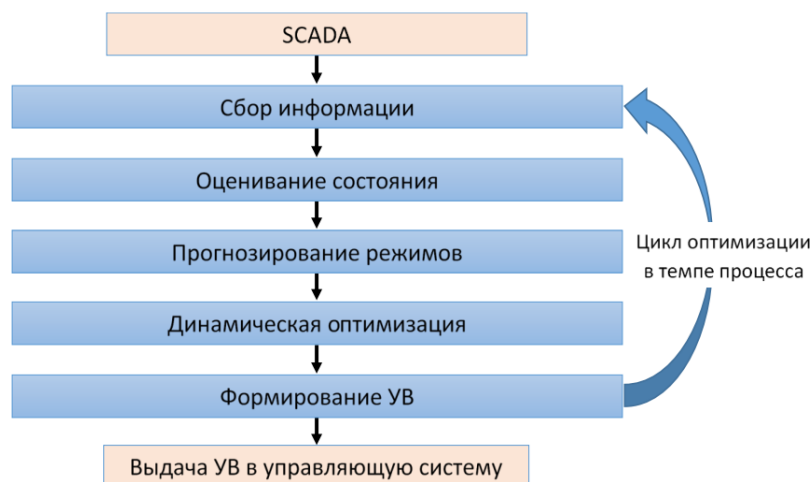


Рисунок 5. Общая структура алгоритма оптимизации при оперативном и автоматическом управлении режимами

### Выводы

В данной статье кратко излагается текущая ситуация развития энергетической системы. Это показывает увеличение сложности энергосистемы, поэтому необходимо осуществлять более оперативный контроль режима этой энергосистемы, а также идеальное автоматическое оптимальное управление. Изучается метод оптимизации управления электрическим режимом, в частности метод оптимизации. Результаты показывают, что метод статической детерминированной оптимизации был хорошо разработан. Что касается задачи оптимизации электрических режимов в реальном времени с учетом стохастического поведения энергосистем, то несмотря на множество работ в этом направлении, решение этой задачи для систем большой размерности все еще остается открытой проблемой. Одним из возможных решений является использование методов адаптивного прогнозирования и методы случайной динамической оптимизации.

### Список литературы

- 1 Bamberger Y. et al. Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the Future: European Technology Platform SmartGrids. 2006. С. 4-35.
- 2 Бухгольц Б.М. Smart Grids-основы и технологии энергосистем будущего: пер. с англ. / Б.М.Бухгольц, З.А.Стычински. М.: МЭИ, 2017. 460 с.
- 3 Capuano L. International energy outlook 2018 (IEO2018) //US Energy Information Administration (EIA): Washington, DC, USA. 2018. Т. 2018. С. 21.
- 4 Стычински З. А. Возобновляемые источники энергии: Теоретические основы, технологии, технические характеристики, экономика / З. А. Стычински, Н. И. Воропай. – Magdeburg: Издательство Магдебургского университета имени Отто-фон-Герике (Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg). docupoint GmbH, 2010. 209 с.
- 5 Gruenspecht H. International energy outlook 2011 //Center for Strategic and International Studies – 2010. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.eia.gov/pressroom/presentations/howard\\_09192011.pdf](https://www.eia.gov/pressroom/presentations/howard_09192011.pdf) (Дата обращения 20.03.2019).
- 6 Lévy P. Z., Drossinos Y., Thiel C. The effect of fiscal incentives on market penetration of electric vehicles: A pairwise comparison of total cost of ownership //Energy Policy. 2017. Т. 105. С. 524-533.
- 7 Passenger car rate: The United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://w3.unece.org/PXWeb/en/Charts?IndicatorCode=44#> (Дата обращения 20.03.2019).
- 8 World Population Prospects 2017: United Nations DESA / Population Division [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population> (Дата обращения 20.03.2019).

**Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»**

- 9 Макаров А. А., Митрова Т. А., Кулагин В. А. Долгосрочный прогноз развития энергетики мира и России // Экономический журнал Высшей школы экономики. 2012. Т. 16. №. 2. С. 172–204.
- 10 Статистический Ежегодник мировой энергетики 2020. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://yearbook.enerdata.ru> (Дата обращения 20.03.2020).
- 11 Irle R. Europe EV Sales for 2018: EV-volumes.com [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ev-volumes.com/country/total-euefta-plug-in-vehicle-volumes-2/> (Дата обращения 20.03.2019).
- 12 Горнштейн В.М. Наивыгоднейшее распределение нагрузок между параллельно работающими электростанциями. – М.: Госэнергоиздат, 2011. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/record/01005782070> (Дата обращения 09.05.2022).
- 13 Гамм А.З., Крумм Л.А., Мурашко Н.А. и др. Система алгоритмов управления режимами Единой электроэнергетической системы. Кибернетика и моделирование в энергетике, 2009. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.studmed.ru/murashko-na-ohorzin-la-krumm-la-analiz-i-upravlenie-sostoyaniyami-elektroenergeticheskikh-sistem\\_1c3c351cb63.html](https://www.studmed.ru/murashko-na-ohorzin-la-krumm-la-analiz-i-upravlenie-sostoyaniyami-elektroenergeticheskikh-sistem_1c3c351cb63.html) (Дата обращения 09.05.2022).
- 14 Нестеров Ю. Е. Введение в выпуклую оптимизацию. Москва : Изд-во МЦНМО, 2010. 280 с.
15. Zorkaltsev V. I., Mokryi I. V. Interior point algorithms in linear optimization // Journal of Applied and Industrial Mathematics. 2018. Т. 12. №. 1. С. 191-199.
- 16 Armand P., Ségalat P. A limited memory algorithm for inequality constrained minimization. – Technical Report 2003-08, University of Limoges (France). 2003. 15 с.
- 17 Lavaei J., Low S. H. Zero duality gap in optimal power flow problem // IEEE Transactions on Power Systems. 2012. Т. 27. №1. С. 92-107.
- 18 Prékopa A. Stochastic programming. – Springer Science & Business Media, 2013. 324 с.
- 19 Mohagheghi E. et al. Chance Constrained Optimal Power Flow Using the InnerOuter Approximation Approach // 2018 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2018 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC/I&CPS Europe). IEEE, 2018. С. 1-6.
- 20 Gan L., Low S. H. An online gradient algorithm for optimal power flow on radial networks // IEEE Journal on Selected Areas in Communications. 2016. Т. 34. №. 3. С. 625-638.
- 21 Hong W. et al. A quasi-sequential approach to large-scale dynamic optimization problems // AIChE Journal. 2006. Т.52. №. 1. С. 255-268.
- 22 Bartl M., Li P., Biegler L. T. Improvement of state profile accuracy in nonlinear dynamic optimization with the quasi-sequential approach // AIChE Journal. 2011. Т. 57. №. 8. С. 2185-2197.
- 23 Li Z., Qiu F., Wang J. Data-driven real-time power dispatch for maximizing variable renewable generation // Applied Energy. 2016. Т.170. С. 304-313.
- 24 Siano P. et al. Real time operation of smart grids via FCN networks and optimal power flow // IEEE Transactions on Industrial Informatics. 2012. Т.8. №.4. С. 944-952.
- 25 Sperstad I. B., Korpås M. Energy storage scheduling in distribution systems considering wind and photovoltaic generation uncertainties // Energies. 2019. Т. 12. №7. С. 1231.
- 26 Grillo S., Pievatolo A., Tironi E. Optimal storage scheduling using Markov decision processes // IEEE Transactions on Sustainable Energy. 2015. Т. 7. №2. С. 755-764.
- 27 Mohagheghi E. et al. Real-time active-reactive optimal power flow with flexible operation of battery storage systems // Energies. 2020. Т. 13. №7. С. 1697.

А.А. Смайл, З.А. Баясилова

### Электр режимін басқару әдістеріне шолу

Мақалада электр режимін оңтайландыруды басқару әдістерінің, әсіресе оңтайландыру әдістерінің дамуы көрсетілген. Нәтижелер статикалық детерминистік оңтайландыру әдісі жақсы жасалғанын көрсетеді. Электр жүйесінің кездейсоқ әрекетін ескере отырып, нақты уақыттағы электр режимдерін оңтайландыру мәселесіне келетін болсақ, бұл бағытта көп жұмыс жүргізілгенімен, ауқымды жүйелер үшін бұл мәселені шешу әлі де ашық мәселе болып қала береді. Мүмкін болатын шешімдердің бірі-бейімделгіш болжау әдістерін және кездейсоқ динамикалық оңтайландыру әдістерін қолдану. Бейімделуді қамтамасыз ету үшін қолданылатын болжау әдісі жүйенің ағымдағы күйіне автоматты түрде бейімделіп,

## Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»

жүйенің параметрлері арасындағы болжамды тәуелділіктерді анықтауы керек. Электр энергетикасында машиналық оқытудың әртүрлі әдістерін қолдану, әсіресе электр тізбектерінің жай-күйін бағалау және болжау кезінде қарастырылады.

*Түйін сөздер:* ЭЭЖ (электр энергетикалық жүйелер), электр режимдері, ЖЭК (жаңартылатын энергия көздері), Smart Grids, жел электр станциялары, күн электр станциялары, электромобильдер, квазиньютондық әдіс, оңтайлы басқару әдісі, Лагранж релаксация әдісі.

A.A. Smail, Z.A. Bayasilova

### Overview of methods for controlling electrical modes

The article shows the development of methods for controlling the optimization of the electrical regime, especially optimization methods. The results show that the static deterministic optimization method has been well developed. As for the problem of optimizing electrical modes in real time, taking into account the random behavior of the power system, although a lot of work has been done in this direction, for large-scale systems, the solution to this problem is still an open question. One of the possible solutions is the use of adaptive forecasting methods and random dynamic optimization methods. To ensure adaptability, the applied forecasting method should automatically adapt to the current state of the system and determine the implied dependencies between the system parameters. The application of various machine learning methods in the electric power industry is considered, especially when assessing the condition and forecasting electrical circuits.

*Keywords:* EPS (electric power systems), electric modes, RES (renewable energy sources), Smart Grids, wind power plants, solar power plants, electric vehicles, quasi-Newtonian method, optimal control method, Lagrangian relaxation method.

### References

- 1 Bamberger Y. et al. Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the Future: European Technology Platform SmartGrids. 2006. S. 4-35.
- 2 Бухгольц В.М. Smart Grids-основы и технологии энергосистем будущего: пер. с англ. / В.М.Бухгольц, З.А.Стычинский. М.: MEI, 2017. 460 с.
- 3 Capuano L. International energy outlook 2018 (IEO2018) //US Energy Information Administration (EIA): Washington, DC, USA. 2018. Т. 2018. S. 21.
- 4 Stychnski Z. A. Vozobnovlyаемые источники энергии: Теоретические основы, технологии, технические характеристики, экономика / Z. A. Stychnski, N. I. Voropaj. – Magdeburg: Izdatel'stvo Magdeburgskogo universiteta imeni Otto-fon-Gerike (Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg). docupoint GmbH, 2010. 209 с.
- 5 Gruenspecht H. International energy outlook 2011 //Center for Strategic and International Studies – 2010. [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: [https://www.eia.gov/pressroom/presentations/howard\\_09192011.pdf](https://www.eia.gov/pressroom/presentations/howard_09192011.pdf) (Data obrashcheniya 20.03.2019).
- 6 Lévy P. Z., Drossinos Y., Thiel C. The effect of fiscal incentives on market penetration of electric vehicles: A pairwise comparison of total cost of ownership //Energy Policy. 2017. Т. 105. S. 524-533.
- 7 Passenger car rate: The United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://w3.unece.org/PXWeb/en/Charts?IndicatorCode=44#> (Data obrashcheniya 20.03.2019).
- 8 World Population Prospects 2017: United Nations DESA / Population Division [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population> (Data obrashcheniya 20.03.2019).

**Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»**

- 9 Makarov A. A., Mitrova T. A., Kulagin V. A. Dolgosrochnyj prognoz razvitiya energetiki mira i Rossii //Ekonomicheskij zhurnal Vysshej shkoly ekonomiki. 2012. T. 16. №. 2. S. 172–204.
- 10 Statisticheskij Ezhegodnik mirovoj energetiki 2020. [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://yearbook.enerdata.ru> (Data obrashcheniya 20.03.2020).
- 11 Irle R. Europe EV Sales for 2018: EV-volumes.com [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.ev-volumes.com/country/total-euefta-plug-in-vehicle-volumes-2/> (Data obrashcheniya 20.03.2019).
- 12 Gornshtejn V.M. Naivyygodnejshee raspredelenie nagruzok mezhdru parallel'no rabotayushchimi elektrostanciyami. – M.: Gosenergoizdat, 2011. [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://search.rsl.ru/ru/record/01005782070> (Data obrashcheniya 09.05.2022).
- 13 Gamm A.Z., Krumm L.A., Murashko N.A. i dr. Sistema algoritmov upravleniya rezhimami Edinoj elektroenergeticheskoy sistemy. Kibernetika i modelirovanie v energetike, 2009. [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: [https://www.studmed.ru/murashko-na-ohorzin-la-krumm-la-analiz-i-upravlenie-sostoyaniyami-elektroenergeticheskikh-sistem\\_1c3c351cb63.html](https://www.studmed.ru/murashko-na-ohorzin-la-krumm-la-analiz-i-upravlenie-sostoyaniyami-elektroenergeticheskikh-sistem_1c3c351cb63.html) (Data obrashcheniya 09.05.2022).
- 14 Nesterov YU. E. Vvedenie v vypukluyu optimizaciyu. Moskva : Izd-vo MCNMO, 2010. 280 s.
15. Zorkaltsev V. I., Mokryi I. V. Interior point algorithms in linear optimization//Journal of Applied and Industrial Mathematics. 2018. T. 12. №. 1. S. 191-199.
- 16 Armand P., Ségalat P. A limited memory algorithm for inequality constrained minimization. – Technical Report 2003-08, University of Limoges (France). 2003. 15 s.
- 17 Lavaei J., Low S. H. Zero duality gap in optimal power flow problem //IEEE Transactions on Power Systems. 2012. T. 27. №1. S. 92-107.
- 18 Prékopa A. Stochastic programming. – Springer Science & Business Media, 2013. 324 s.
- 19 Mohagheghi E. et al. Chance Constrained Optimal Power Flow Using the InnerOuter Approximation Approach //2018 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2018 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC/I&CPS Europe). IEEE, 2018. S. 1-6.
- 20 Gan L., Low S. H. An online gradient algorithm for optimal power flow on radial networks //IEEE Journal on Selected Areas in Communications. 2016. T. 34. №. 3. S. 625-638.
- 21 Hong W. et al. A quasi-sequential approach to large-scale dynamic optimization problems //AIChE Journal. 2006. T.52. №. 1. S. 255-268.
- 22 Bartl M., Li P., Biegler L. T. Improvement of state profile accuracy in nonlinear dynamic optimization with the quasi-sequential approach //AIChE Journal. 2011. T. 57. №. 8. S. 2185-2197.
- 23 Li Z., Qiu F., Wang J. Data-driven real-time power dispatch for maximizing variable renewable generation //Applied Energy. 2016. T.170. S. 304-313.
- 24 Siano P. et al. Real time operation of smart grids via FCN networks and optimal power flow //IEEE Transactions on Industrial Informatics. 2012. T.8. №.4. S. 944-952.
- 25 Sperstad I. B., Korpås M. Energy storage scheduling in distribution systems considering wind and photovoltaic generation uncertainties //Energies. 2019. T. 12.№7. S. 1231.
- 26 Grillo S., Pievatolo A., Tironi E. Optimal storage scheduling using Markov decision processes //IEEE Transactions on Sustainable Energy. 2015. T. 7. №2. S. 755-764.
- 27 Mohagheghi E. et al. Real-time active-reactive optimal power flow with flexible operation of battery storage systems //Energies. 2020. T. 13. №7. S. 1697.

DOI 10.53002/2022.2-2309-1177.06

МРПТИ 47.03.01

A.A. Sidorova<sup>1</sup>, A.R. Pantiukhin<sup>2</sup>, V.I. Goncharov<sup>1</sup><sup>1</sup> National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia;<sup>2</sup> Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Tomsk, Russia(e-mail.ru: [sidorova@tpu.ru](mailto:sidorova@tpu.ru), [apantiukhin@gmail.com](mailto:apantiukhin@gmail.com), [gvi@tpu.ru](mailto:gvi@tpu.ru) )**Development of Numerical Method for Obtaining ACS Reference Models by Direct Quality Measures**

The paper considers the problem of obtaining transfer functions of automatic control systems (ACS), that are used in the synthesis of ACS regulators as reference desirable models. A promising numerical method, that has an important property allowing to form the desired transfer functions according to the quality parameters of ACS transient response, that have a clear physical representation for the designer, is being studied. However, it has a significant drawback related to the restriction of the order of the desired transfer function. It has been established that the reason for this is that the problem itself is referred to the class of incorrectly formulated problems that leads to poor conditionality of the equation based on the numerical method being studied. Therefore, the method does not allow steadily establishing the desired models above the second order that is confirmed by the computational experiment. However, this result is not completely acceptable for practice, what often requires desired third-order transfer functions. To obtain such models, several possible ways are considered. The obvious variant based on Tikhonov's regularization method did not lead to a positive result due to the peculiarities of the fractional rational form in which the solution is sought. A positive result was obtained by testing a nonlinear programming method, which allows to introduce a desired transfer function coefficients positiveness condition. The paper also suggests other options for obtaining the desired transfer functions of the third order, but they remain only promising, requiring further research.

*Keywords:* obtaining the desired ACS models, direct ACS quality indicators, numerical RIM method, incorrect tasks, regularization of the synthesis equation, and nonlinear programming method.

*Introduction*

In the course of creation of automatic control systems (ACS) the requirements are formulated, that the system being synthesized shall meet. Among the most important ones are requirements for ACS dynamics and accuracy. Normally, they are specified in the form of some set of indicators or conditions that the system shall meet in the best case. For these purposes, frequency or time characteristics of the future system are used. They allow transferring from ACS quality and accuracy indicators to its mathematical description, that is usually called a reference model or an ideal filter [1,145; 2;77; 3;208]. The importance and relevance of the ACS creation stage being considered refers to the fact that it is aimed to form a goal to pursue in terms of searching for an approximate solution of the ACS regulators synthesis issue. The complexity of this task and its scale can be estimated by the number of proposed methods of ACS synthesis that require reference models in many cases. As early as in 2009 the number of these methods exceeded 1700 [4].

Application of frequency characteristics stands out among the main directions within framework thereof reference models are created. It has a substantial practical justification, connected with clarity and simplicity of solving a problem. However, there is a negative component here as well. It lies in the fact that representation of ACS properties with regard to frequency give only an indirect characteristics of ACS dynamics and does not reveal the features of transient processes. From these positions, completer and more understandable for the designer information is provided by ACS time characteristics, in particular, transient responses. They are the

## Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»

ones that provide direct quality indicators: setting time, overshooting, etc. Despite the advantages of this approach, it is represented by a small number of methods due to the difficulties of their creation. The analytical method, that allows forming reference models of the second order, is the most interesting one [3; 208]. Though this method also has an obvious limitation: it allows obtaining second-order models only, while in many cases more complex models are required, as, for example, in astatic systems, when it is expedient to have reference transfer functions of the third order. [3;208

The numerical reference models synthesis method proposed in [5, 65] is free from this limitation. It has at least two advantages. Firstly, the most convenient form, direct quality indices, are used as input data in it. Secondly, the adopted indicators allow us to reflect the main features of the transient characteristic. These and other attractive aspects allow us considering it convenient and promising for the procedures of obtaining reference transfer functions and further synthesis of ACS regulators. However, the practice of using this method has revealed fundamental difficulties in its use, when the transfer function order is increased. Therefore, the aim of the paper is to study the method, reveal its features and limitations, and develop means for extending its capabilities.

The paper is structured into three main elements: a brief description of the numerical method; study of the computational features of the method taking into account any incorrectness of the problem to be solved; and consideration of the ways to increase the order of the ACS reference model.

### *Preliminary Remarks*

In this section, we present information that will allow understanding the main scope of the method, its features and problems without referring to primary sources. This method for obtaining reference models has been earlier highlighted as a priority method, because it meets the main condition for successful application: the initial data are set in the form of direct quality indicators, in particular, overshooting, setting time, maximum velocity, etc. According to these data on the plane, you can map the points belonging to the reference transient response to be formed. Further actions are related to the transition to the image area based on the real transformation [6, 103].

$$F(\delta) = \int_0^{\infty} f(t) e^{-\delta t} dt, \delta \in [C, \infty], C \geq 0 \quad (1)$$

This transformation can be considered as a special case of the Laplace transformation, when the complex variable  $p = \delta + j\omega$  degenerates into a real  $\delta \in [C, \infty]$ ,  $C \geq 0$ , that allows operating with real functions-images  $F(\delta)$ . Three important features of this step can be pointed out. Firstly, the invocation of these functions makes it possible to replace relatively complex operations on the originals  $f(t)$  with simpler operations on their images  $F(\delta)$ . For example, according to the properties of the Laplace transformation, the integration of the original is replaced by a much simpler operation of division by  $\delta$  variable. Secondly, functions  $F(\delta)$  allow creating more economical computational algorithms compared to the use of  $F(p)$  and  $F(j\omega)$  functions, that have complex or imaginary variables, respectively. Thirdly, they allow a fairly simple transition to numerical models  $F(\delta_i), i = \overline{1, \eta}$ , that enables involving well-developed numerical methods and hardware for their implementation.

### *Algorithm for Obtaining the Desired Transfer Function and Its Specific Features*

It can be assumed that the main limitations of the method are related to the fact that the problem being studied is an inverse problem, many thereof turn out to be incorrect [7]. To consider the numerical method from this point of view, let's make an algorithm for obtaining the desired transfer function  $W_d(p)$ , using information from [5]. The algorithm is based on the formula (1), where the original function  $f(t)$  will be the desired transient response  $h_d(t)$ , and its representation will have the meaning of the desired transfer function:

$$W_d(\delta) = \delta \int_0^{\infty} h_d(t) e^{-\delta t} dt, \delta \in [C, \infty], C \geq 0 \quad (2)$$

**Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»**

The calculation algorithm involves several steps.

1. Five characteristic points of the desired transient response  $h_d(t_j)$ ,  $j = \overline{1, k}$  are selected. The first of these defines its initial value:  $H_1(0; 0)$ . The next three points localize the overshooting. In this case, point 3 characterizes the overshooting itself  $H_3(t_{\sigma}; h_{\sigma})$ , and the two neighboring points  $H_2$  and  $H_4$  localize the selected extremum with smaller values  $H_2(t_{\sigma-}; h_{\sigma-})$  and  $H_4(t_{\sigma+}; h_{\sigma+})$ , effectively setting the signs of the derivatives in the vicinity of point  $H_3$ . The latter point determines duration of the transient and its steady state value  $\lim_{t \rightarrow \infty} h(t) = h_{\infty}$ .

2. The values  $W_d(\delta_i)$ ,  $i = \overline{1, \eta}$  of the real transfer function are calculated by the formula (2) by numerical integration. For this, the nodes  $\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_{\eta}$  are specified with regard to certain recommendations for their distribution, making the element  $e^{-\delta_i t}$  a weighting function.

3. The form of the desired transfer function is selected

$$W_d(p) = \frac{B_m(p)}{A_n(p)} = \frac{b_m p^m + b_{m-1} p^{m-1} + \dots + b_1 p + b_0}{a_n p^n + a_{n-1} p^{n-1} + \dots + a_1 p + 1} \quad (3)$$

and a system of algebraic equations (SAE) is composed on its basis

$$W_d(\delta_i) = \frac{b_m \delta_i^m + b_{m-1} \delta_i^{m-1} + \dots + b_1 \delta_i + b_0}{a_n \delta_i^n + a_{n-1} \delta_i^{n-1} + \dots + a_1 \delta_i + 1}, \quad i = \overline{1, \eta} \quad (4)$$

to calculate the coefficients  $b_1, b_2, \dots, b_m, a_1, a_2, \dots, a_n$ .

4. The obtained solution  $W_d(p)$  is checked using the  $h_d^m(t)$ , transient response, or more precisely the overshooting  $\sigma$  and settling time  $t_t$ .

5. Based on the results of this step, the solution is usually corrected in an iterative way, where the values of nodes  $\delta_i$ ,  $i = \overline{1, \eta}$  are used for this. The iterative process is aimed to reach a certain accuracy of the leading quality indicator, in most cases the overshooting  $\sigma$ .

The presented sequence is based on the assumption that there is a one-to-one relationship between the functions  $F(\delta)$  and  $f(t)$  in (1) or, similarly, between the functions  $W_d(\delta)$  and  $h_d^m(t)$  in (2). However, as it turned out, it's not always the case. To explain it, let us turn to item 4 of the algorithm, within framework thereof the problem of obtaining the original  $h_d^m(t)$  from its image  $W_d(\delta)$  is solved. The specific feature of the problem is related to the fact that the original data are defined only on the real positive half-axis of the complex plane. The solution therefore requires an analytic extension of the function-image to the entire right-hand complex half-plane. It is known that this problem is inverse, and it has been stated incorrectly. This means that the solution can be unstable or even missing [7]. The manifestation of these features in the problems of ACS dynamic synthesis are considered in detail in [8].

To clarify the problem, let's add that at the initial stage of the development and application of the transformation (1), expectations were, as often happens, overestimated. In particular, it was assumed, that if a set  $\{F(\delta_1), F(\delta_2), \dots, F(\delta_{\eta})\}$  is given by the image  $F(p)$  at all points of an arbitrarily small segment of the real positive semi-axis  $\delta$  (outside special points), then it uniquely determines the original  $f(t)$  at  $0 \leq t \leq \infty$  [3]. Later, the inaccuracy of such a correspondence was disclosed due to the above reasons [9,10].

It is shown that numerical methods aimed to find an exact solution of the equation (1) "can give "approximations" that howsoever differ from the exact solution of the problem" [9]. More generally, such issues have arisen and have been developed in the search for ways of numerically reversing of the Laplace transform, in particular with regard to the values of image functions given on the real positive semiaxis [11], [12:59], [13:23], [14:3].

There is one more step in the above algorithm, worth considering from the point of view of computational specific features of the considered method of obtaining a reference model by direct measures of quality. This is item. 3, that refers to obtaining the coefficients of the function with regard to its values. One can assume that step value will affect the conditionality of the generated SLAE, and if it is not successful, there may be



**Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»**

no solution. It means that at low order of the desired transfer function, when the number of unknown coefficients is quite small, there is a solution and one can find it. When the parameter is higher, this possibility is lower and is completely lost in the limit. For practice, it is important to know at what maximum values of the parameter the numerical method can be confidently used to obtain the desired models. The necessity for this is explained by the fact that in practical problems it is normally sufficient to have the desired second- or third-order ACS. But, in some problems, for example, in the synthesis of astatic systems, the degree of the polynomial is increased and the total number of unknown coefficients can reach four, when the computational errors can become unacceptably big. To clarify this issue, let us turn to a numerical example.

*Studying the conditionality of the SLAE matrix*

It has been established that the problematic part of the method comes from the incorrect formulation of the problem of obtaining the desired transfer functions. Poor conditionality of the SLAE matrix is an external manifestation of this. Let's use this feature to check dependence of the matrix conditionality on its order, i.e., parameter. Let's choose a number as a measure of conditionality

$$Cond(A)_F = \sqrt{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n |a_{ij}|^2} \tag{5}$$

where  $a_{ij}$  - matrix elements.

There is practically the only way to ensure such studies - numerical experiment. For this, let's choose a transfer function (3) as a form, where we will look for a solution. In it we will sequentially increase values of structural parameters  $m, n$  controlling the conditionality of the SLAE matrix (4). It has been previously established that in  $m = 1$  and  $n = 2$  there are no problems with the conditionality [5: 65]. Meanwhile, this option is interesting as an initial one to compare the results of further solutions. Therefore, we will start the experiment with it.

To ensure clarity of the search for solutions, we will use maximum simplification of the problem. For this, we'll take the minimum set of quality indicators – overshoot  $\sigma_3$  and settling time  $t_y$ , and their numerical values rather arbitrary:  $\sigma_d = 5.7\%$  and  $t_t = 6 s$  as input data. Let's also set the permissible deviation  $\Delta\sigma$  of overshooting  $\sigma$  from target value  $\sigma_d$  as an inequality  $\sigma_d - \Delta\sigma \leq \sigma \leq \sigma_d + \Delta\sigma$ , taking  $\Delta\sigma = \pm 0.1\sigma_d$ . In this case the inequality will take the calculated form

$$0.9\sigma_d \leq \sigma \leq 1.1\sigma_d. \tag{6}$$

Let's take a similar condition for setting time  $t_f$  :

$$0.9t_t^d \leq t_t \leq 1.1t_t^d. \tag{7}$$

Let's use the above algorithm to obtain a transfer function of the form (3) for various combinations of parameters  $m, n$ . The main actions will be displayed in accordance with the structure of the algorithm, following the recommendations [6: 103].

1. For option  $m = 1$  и  $n = 2$  we need to determine four unknown shape coefficients (3):  $b_1, b_0, a_1, a_2$ .

One of them -  $b_0$  – can be established from the known steady-state value of the transient response  $\lim_{t \rightarrow \infty} h(t)$ . To determine the remaining three coefficients, we will need to make a system of three equations. The characteristic values of the desired transient response localize its features. The first point defines the origin of coordinates  $(t_0, h_0) = (0, 0)$ . The third point  $(t_2, h_2)$  localizes the maximum value  $\max_t h(t)$ , that defines the overshooting. Its two neighboring points  $(t_1, h_1)$  and  $(t_3, h_3)$  set the signs of the derivatives, localizing the extremum. The last point  $(t_5, h_5)$  defines the transition time  $t_y$  and its steady-state value  $h_\infty$ .

**Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»**

Let's set the numerical values of the selected points, following the recommendations [4: 65]. 5 points on the desired transient response have been selected for the study:  $H_1(0;0)$ ,  $H_2(2.4;1.04)$ ,  $H_3(3.0; 1.06)$ ,  $H_4(3.6; 1.04)$ ,  $H_5(6.0; 1.0)$ .

2. Let's choose the interpolation nodes  $\{\delta_i\} = \{0.7; 1.4; 2.1\}$  and determine the values of the real transfer function by the formula (2):  $\{W_d(\delta_i)\}_3 = \{0.488; 0.298; 0.205\}$ .

3. Let's make an equation system, based on the obtained values and form (3) for  $m=1, n=2$ :

$$W_d(\delta_i) = \frac{b_1\delta_i + b_0}{a_2\delta_i^2 + a_1\delta_i + 1}, i = 1, 2, 3.$$

To use standard software, let's put down the equation system (8) in the canonical SLAE form:

$$\begin{cases} \delta_1 b_1 - (\delta_1^2 a_2 + \delta_1 a_1) W_d(\delta_1) = W_d(\delta_1) - b_0; \\ \delta_2 b_1 - (\delta_2^2 a_2 + \delta_2 a_1) W_d(\delta_2) = W_d(\delta_2) - b_0; \\ \delta_3 b_1 - (\delta_3^2 a_2 + \delta_3 a_1) W_d(\delta_3) = W_d(\delta_3) - b_0. \end{cases} \quad (8)$$

To obtain the calculated SLAE, let's substitute the corresponding numerical values in the system (9):

$$\begin{cases} 0.7b_1 - 0.239a_2 - 0.341a_1 = -0.512; \\ 1.4b_1 - 0.585a_2 - 0.418a_1 = -0.702; \\ 2.1b_1 - 0.903a_2 - 0.43a_1 = -0.795. \end{cases} \quad (9)$$

4. The solution of this system  $b_1=0.04$ ,  $a_2=0.33$ ,  $a_1=1.352$  has led to the ACS with transient parameters  $t_t = 4.38 s$  and  $\sigma_d = 0 \%$ . These values fail to meet the requirement, so we iteratively correct the SLAE by changing the sampling/interpolation nodes  $\delta_1, \delta_2, \delta_3$ .

5. Following the recommendations [4: 65], let's increase the value of the nodes and repeat the calculations in items 1-4, using an iterative procedure of approximation to the target values  $\sigma_d$  and  $t_t^d$ . The results of the calculations are given in the table 1.

Table 1. The results of the iterative approximation for  $m=1, n=2$

Value of the first node	Transfer function coefficients			Quality indicators	
	$b_1$	$a_2$	$a_1$	$t_t, s$	$\sigma_d, \%$
$\delta_1$					
0.7	0.04	0.33	1.352	4.38	0
0.75	0.176	0.614	1.415	3.51	0.14
0.8	0.297	0.87	1.466	3.03	1.98
0.86	0.428	1.151	1.515	5.96	4.89
0.877	0.463	1.227	1.528	6.16	5.7

Table 1 shows that the target overshooting  $\sigma_d = 5.7 \%$  is reached at  $\delta_i = 0.877$ , and the setting time is  $t_t = 6.16 s$ , what meets the set conditions.

Now let's move on to the main goal of the calculation step and assess the conditionality of the SLAE matrix (10). We have:  $Cond(A) = 257.63$ , that shows an acceptable level of conditioning, but is already dangerously high.

Further work refers to performing the same calculations, but for the dimensions  $\eta = m + n$ , above value 3. The next step is to increase the parameter  $\eta$  by increasing the degree of the polynomial of the denominator of function (3) by one, thus increasing the number of unknown coefficients to four. For the calculations let's

## Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»

use the previous algorithm. The results are given in Table 2, and there is no solution with positive denominator coefficients, that would satisfy the necessary condition of stability of the system model. Poor conditionality of the SLAE is the most likely cause of this situation. To check the assumption, let's find the conditionality number (5):  $\text{Cond}(A) = 769.02$ . It turned out to be not very big, what indicates the possibility of obtaining a solution with positive coefficients, that can be found, if some corrections are made to the input data, for example, if the calculation accuracy is increased, or the interpolation nodes are distributed unevenly, etc. However, as experience shows, such solution will not have significant practical value, because the obtained system model is likely to be close to the boundaries of acceptable area, for example, stability. As a consequence, the ACS can turn out to be non-minimal-phase, have small stability margin, be very sensitive to parameter changes, i.e., turn out to be non-robust. Therefore, it cannot be used as a target transfer function for synthesis of the ACS regulators, since the system obtained on its basis can inherit the above drawbacks of the model.

At this moment we can only state that the considered method of forming the target ACS models allows sustainably obtaining transfer functions with three unknown coefficients maximum. It follows that special computational measures are required to obtain more complex models that are needed in practical problems.

Table 2. The results of iterations for  $m=1, n=3$

Interpolation nodes	Transfer function coefficients			
	$b_1$	$a_3$	$a_2$	$a_1$
8.0	400760	-0.00008	925900	2.17
0.7	-0.31	-0.08	-0.14	1.0
0.1	-19.98	-112.51	67.01	-47.13
0.01	-207.50	-919397	91653	-3385
0.001	-2082	-9.19	9.19	-323413

Let's consider some of them.

### *Possibilities for obtaining the target higher-order transfer functions*

The main direction in the solution of poorly conditioned problems is related to the application of regularization methods, the main thereof are in one way or another related to the Tikhonov regularization as the basic one [7]. One would expect that its application would provide an increase in the number of unknown coefficients. But computational experiments have proved the inconsistency of these predictions. The probable reason for this is related to the fractional-rational structure of the right part of the SLAE (4) and, consequently, occurrence of zeros and poles. This specific feature makes, in particular, the dependence of the unrelatedness dependent on the regularization parameter. Apparently, other methods that are not adapted to fractional-rational functions can hardly help in solving this problem. It follows that the application of standard methods will require some refinement, if possible.

Another direction of increasing the order of the target transfer functions can be related to the specific feature of the problem of obtaining the target transfer functions. Indeed, the methods for solving the SLAEs are diverse in their properties and therefore it can be assumed that there will be those that correspond to the specific features of the problem to be solved to the maximum extent. A method chosen in this way can have regularizing features, can take into account physical and mathematical features of the problem aimed to improve the algorithm, have other important features for solving the problem. In order to find a method, let's distinguish three conditions, that are characteristic for the problem to be solved. First, the chosen method for improving the conditionality of the equation to be solved should allow introducing additional conditions, that is essentially the basis of any regularization. Such a condition when dealing with ACS transfer functions and their target models is the positivity of all coefficients of these functions. Second, the approach should extend to transfer functions with parameters  $m \geq 1, n \geq 3$ . The class of systems limited in this way meets the needs of almost all real problems of ACS synthesis. Third, it would be good to have available standard software.

Several methods, in particular, the method of nonlinear programming, meet the above conditions to certain extent. Pursuant to the first requirement, one can set the positivity of the coefficients of the target

## Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»

transfer function. For the target ACS model to be formed, this is equivalent to the condition of obtaining a solution from the class of stable and minimal-phase systems. The second condition can be verified by experimental results. The third condition is met, since there is a standard optimization software in computer mathematics systems MathCAD, Matlab, etc.

To check the method with the above possibilities of the method, let's turn to a problem with initial parameters  $m=1, n=3$ , that could not be solved in a standard way. Let's form the minimizing function  $f(x) = e_1^2 + e_2^2 + e_3^2 + e_4^2$ , where  $e_1, e_2, e_3, e_4$  – equation uncertainties. Let's take the natural constraints for the target models in the form of positive values of its coefficients:  $b_1 > 0, a_3 > 0, a_2 > 0, a_1 > 0$ . Approximation to the set values of the overshooting and setting time will be carried out by changing the instrumental variable  $\delta_i$ . The results of the calculations are given in the table 3.

Table 3: The results of calculations with the use of nonlinear programming for  $m=1, n=3$

Nodes	Minimum value	Transfer function coefficients				Quality indicators	
$\delta_i$	$f(x)$	$b_1$	$a_3$	$a_2$	$a_1$	$t_f, s$	$\sigma_d, \%$
0.55	$8.19 \cdot 10^{-5}$	0.84	0.57	0.46	2.68	12.5	3.2
0.62	$7.28 \cdot 10^{-6}$	0.83	0.33	1.02	2.37	6.85	0
0.7	$1.38 \cdot 10^{-5}$	0.705	0.155	1.244	1.99	4.0	0
0.79	$4.66 \cdot 10^{-6}$	0.64	0.06	1.39	1.77	6.0	3.6
0.85	$2.11 \cdot 10^{-6}$	0.61	0.028	1.445	1.66	6.51	6.0

At the value of the node  $\delta_1 = 0.85$  quality indicators  $t_f = 6.51$  c. and  $\sigma_d = 6\%$ , that meet the target requirements (6) and (7) are reached. Let's estimate the conditionality of the equation corresponding to this solution  $Cond_F(A) = 1.17 \cdot 10^3$ . The obtained result can be considered successful, as it allows obtaining the target transfer functions of the third order, that practically covers the needs of problems of the ACS synthesis and adaptive systems with a reference model.

Checking the method under conditions of a more complex problem  $m=2, n=3$ , when the number of unknown coefficients is increased to five failed, since the setting time was longer than allowed. This means that the chosen method increased the number of unknown coefficients by one and provided a minimum requirement solution. However, its capabilities also proved to be limited, since the desire to increase the number of unknown coefficients by at least one requires improvement of the method.

### Conclusion

The computational features of the numerical method of synthesis of the target transfer functions according to the given direct indicators of ACS - overshooting, setting time, static error, etc. have been considered. It has been established that the problem of obtaining the target transfer functions refers to the number of poorly formulated ones, thus leading to poor conditionality of the equation for obtaining the transfer function coefficients generated by the method under study. The numerical calculations have shown that a stable solution is achieved only for the transfer functions of the second order. This result has no practical value as it can be obtained in a simpler way on the basis of an analytical solution. Meanwhile, the method has attractive properties related to the possibility of using direct quality indices, if it allows obtaining transfer functions above the second order.

To achieve this important possibility, two options have been identified - the use of Tikhonov regularization method and search for a method that corresponds to the physical and mathematical features of the problem to be solved. Tikhonov regularization method failed to give the expected results, probably due to

## Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»

the specific features of the SLAE structure. This means that Tikhonov regularization method and other standard regularization methods require generalization to SLAEs with features characteristic of the initial fractional-rational structures. An optimization method of nonlinear programming was chosen within the framework of the second option, and it ensured that the minimum requirements - obtaining four coefficients of the third-order transfer function - were met.

The considered numerical method of obtaining the target transfer functions allows obtaining third-order functions with the number of unknown coefficients up to four. This result allows recommending the method for ACS synthesis with the first order astaticism, for systems with a reference model as well as for systems with predictive control.

### References

1 Goodwin, Graham C. Control system design Upper Saddle River : Prentice Hall, cop. 2004 0-13-958653-9.

2 Pupkov K., Egupov N. Methods of classical and modern theory of automatic control Stochastic Dynamics of Automatic Control Systems. Vol. 3 (Moscow: The Bauman University Publishing House). 2004. 616 p. (in Russian).

3 Voronov A., Orurk I. Analiz i optimal'nyj sintez na EVM sistem upravleniya [Analysis and Optimum Synthesis of Computer Control Systems]. Moscow: Nauka. 1984. 344 p. (in Russian).

4 Aidan O'Dwyer. Handbook of PI and PID controller tuning rules, 3rd Edition. - London: Imperial College Press, 2009. 608 p.

5 Liepinsh A.V. Sintez reguljatorov s avtomaticheskoy nastrojkoj v moment vkljuchenija [Synthesis of regulators with automatic tuning at the time of switching on]. Candidate's thesis. Tomsk, 2001. 171 p. (in Russian)

6 Goncharov V., Aleksandrov I., Rudnitsky V., Liepinsh A. Real Interpolation Method for Automatic Control Problem Solution. Saarbrücken: LAPLAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2014. 291 p.

7 Tikhonov A.N., Arsenin V.Ya. Metody resheniya nekorrektnykh zadach [Methods for Solving Ill-Posed Problems]. Moscow, Home Edition of the Physical and Mathematical Literature Publ., 1979. 283 p. (in Russian).

8 Krutko P.D., Obratnye zadachi dinamiki v teorii avtomaticheskogo upravleniya. [Inverse problems of dynamics in the theory of automatic control]. Moscow: Mechanical Engineering, 2004. 576 p. (in Russian).

9 Zaikin P.N. [The numerical solution of the inverse problem of operational calculus in the real domain], Zh. Vychisl. Mat. Mat. Fiz., 8:2 (1968), 411–415; Comput. Math. Math. Phys., 8:2 (1968), pp. 229–234. (in Russian).

10 Vakhitov R.Sh. O primenении operacionnogo ischisleniya v dejstvitel'noj oblasti dlya resheniya zadach identifikacii [Application of operational calculus in a real domain for solving identification problems], Avtomat. i Telemekh., 1991, no. 11, 24–31; Autom. Remote Control, 52:11 (1991), 1498–1504. (in Russian)

11 Amerbaev V.M. Nekotorye primeneniya ortogonal'nyh mnogochlenov k vosstanovleniyu funkcij, zadannyh izobrazheniyami Laplasya. [Some applications of orthogonal polynomials to the determination of functions given by Laplace transforms]. KazSSR, Gylm Akad. Khabarlary, Izv. Akad. Nauk KazSSR, Ser. Matem. i Mekhan. 1960 (1961), 9 (13), pp. 79-95. (in Russian)

12 Krylov V. I., Skoblja N. S. Metody priblizhennogo preobrazovaniya Fur'e i obrashcheniya preobrazovaniya Laplasya. Spravochnaya kniga. [A handbook of methods of approximate Fourier transformation and inversion of the Laplace transformation]. - [Rev. from the 1974 Russ. ed.]. - Moscow. Mir, 1977. - 273 p. (in Russian)

13 Cohen A. M. Numerical Methods for Laplace Transform Inversion / by Alan M. Cohen. // Springer e-books. -166 p.

14 Lebedeva A.V., Ryabov V.M. Metod momentov v zadache obrashcheniya preobrazovaniya Laplasya i ego regularizaciy. [Method of moments in the problem of inversion of the Laplace transform and its regularization]. Vestnik of Saint Petersburg University. Mathematics. Mechanics. Astronomy, 2022, vol. 9 (67), issue 1, pp. 46–52. (in Russian)

## Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»

А. А. Сидорова, А. Р. Пантюхин, В. И. Гончаров

### Сапаны тікелей өлшеу арқылы АБЖ эталондық модельдерін алудың сандық әдісін әзірлеу

Мақалада автоматты басқару жүйелерінің (АБЖ) берілу функцияларын алу міндеті қарастырылған, олар АБЖ реттегіштерін синтездеуде қажетті модельдер ретінде қолданылады. Қазіргі уақытта дизайнер үшін нақты физикалық көрінісі бар өздігінен жүретін зеңбіректердің өтпелі сипаттамасының сапа параметрлеріне сәйкес қажетті беріліс функцияларын қалыптастыруға мүмкіндік беретін маңызды қасиеті бар перспективалық сандық әдіс зерттелуде. Алайда, оның қажетті беріліс функциясының тәртібін шектеуге байланысты айтарлықтай кемшілігі бар. Мұның себебі мәселенің өзі дұрыс емес тұжырымдалған есептер класына жататындығы анықталды, бұл зерттелген сандық әдіске негізделген теңдеудің нашар шартталуына әкеледі. Сондықтан, әдіс қажетті модельдерді екінші ретті жоғары деңгейде орнатуға мүмкіндік бермейді, бұл есептеу экспериментімен расталады. Алайда, бұл нәтиже тәжірибе үшін қолайлы емес, ол көбінесе үшінші ретті қажетті беру функцияларын қажет етеді. Мұндай модельдерді алу үшін бірнеше мүмкін әдістер қарастырылады. Тихоновты жүйелеу әдісіне негізделген айқын нұсқа шешім ізделетін бөлшек-рационалды форманың ерекшеліктеріне байланысты оң нәтижеге әкелмеді. Сызықтық емес бағдарламалау әдісін тестілеу кезінде оң нәтиже алынды, бұл беру функциясының коэффициенттерінің қажетті оң жағдайын енгізуге мүмкіндік береді. Мақалада қажетті үшінші ретті беру функцияларын алудың басқа нұсқалары ұсынылған, бірақ олар тек перспективалы болып қала береді, әрі қарай зерттеуді қажет етеді.

*Түйін сөздер:* ACS қажетті модельдерін алу, ACS сапасының тікелей көрсеткіштері, RIM сандық әдісі, дұрыс емес есептер, синтез теңдеуін реттеу, сызықтық емес бағдарламалау әдісі.

А.А. Сидорова, А.Р. Пантюхин, В.И. Гончаров

### Разработка численного метода получения эталонных моделей САУ путем прямых измерений качества

В статье рассматривается задача получения передаточных функций систем автоматического управления (САУ), которые используются при синтезе регуляторов САУ в качестве эталонных желаемых моделей. В настоящее время изучается перспективный численный метод, обладающий важным свойством, позволяющим формировать желаемые передаточные функции в соответствии с параметрами качества переходной характеристики САУ, которые имеют четкое физическое представление для проектировщика. Однако он имеет существенный недостаток, связанный с ограничением порядка желаемой передаточной функции. Установлено, что причина этого заключается в том, что сама задача относится к классу неправильно сформулированных задач, что приводит к плохой обусловленности уравнения, основанного на изучаемом численном методе. Следовательно, метод не позволяет устойчиво устанавливать желаемые модели выше второго порядка, что подтверждается вычислительным экспериментом. Однако этот результат не совсем приемлем для практики, что часто требует желаемых передаточных функций третьего порядка. Для получения таких моделей рассматривается несколько возможных способов. Очевидный вариант, основанный на методе регуляризации Тихонова, не привел к положительному результату из-за особенностей дробно-рациональной формы, в которой ищется решение. Положительный результат был получен при тестировании метода нелинейного программирования, который позволяет ввести требуемое условие положительности коэффициентов передаточной функции. В статье также предлагаются другие варианты получения желаемых передаточных функций

## **Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»**

третьего порядка, но они остаются лишь многообещающими, требующими дальнейших исследований.

*Ключевые слова:* получение требуемых моделей АСУ, прямые показатели качества АСУ, численный метод РМ, некорректные задачи, регуляризация уравнения синтеза, метод нелинейного программирования.

**Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»**

DOI 10.53002/2022.2-2309-1177.07

МРНТИ 47.47.29

УДК 004.031.2

И.Е. Елибаева, Т.С. Кенжебаева

*Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан**(E-mail: [togzhan\\_kehzhebaeva@mail.ru](mailto:togzhan_kehzhebaeva@mail.ru))***Разработка системы наблюдения за наполнением мусорных баков для оптимизации процесса вывоза мусора**

В статье описывается система датчиков, позволяющая отслеживать уровень наполненности мусорных контейнеров в режиме реального времени. А также механизм для автоматизации сбора мусора, такой как автоматическое построение маршрута для водителя в зависимости от прогнозирования заполняемости мусорных баков т.к. быстрый рост образования различных видов отходов, в том числе бытовых, ставит задачу создания эффективных путей их вывоза из жилых помещений. Все данные с датчиков поступают на платформу, где вся информация сохраняется и затем анализируется. Это позволяет получать историю состояний датчиков за любой определенный период. Все данные с датчиков поступают на сервер, где вся информация анализируется. На основе полученных данных формируется прогноз заполняемости баков и построение маршрута для водителя.

*Ключевые слова:* твердые бытовые отходы, сортировка, контейнерная площадка, автоматизированная система управления, беспроводной датчик, сетевой шлюз, программная платформа.

*Введение*

Экологическая проблема мусора является глобальной задачей для экологов всего мира. С развитием технического прогресса появляются новые материалы, требующие особых условий утилизации и переработки. Объем потребления увеличивается с каждым годом, что приводит к увеличению отходов. Правильная утилизация мусора поможет избежать загрязнения планеты.

В год каждый житель мегаполиса выбрасывает до нескольких сотен килограммов мусора, которые являются твердыми бытовыми отходами (ТБО) и наносит большой вред окружающей среде. Твердые бытовые отходы могут использоваться в качестве вторичного сырья и получать из них такие продукты, как топливо и строительные материалы и т.д. Это позволит не только уменьшить проблему мусора, но и сэкономить финансовые и экологические ресурсы.

Экологические проблемы отходов должны решаться на начальном этапе - сортировке. Многие европейские страны активно используют контейнеры для различных видов ТБО: для стекла, для пластика, для макулатуры, для алюминия, для пищевых отходов и другие. В настоящее время в Казахстане практика разделения мусора еще до конца не реализована, во дворах есть мусорные контейнеры или мусоропроводы в каждом подъезде, куда граждане сбрасывают все собранные отходы. Такой подход негативно влияет на последующую утилизацию и переработку ТБО.

*Основная часть*

Быстрый рост образования различных видов отходов, в том числе бытовых, ставит задачу создания эффективных путей их вывоза из жилых помещений. В настоящее время существует различные способы сбора твердых бытовых отходов, основные из которых представлены на рисунке 1 [1].



**Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»**

Рисунок 1 – Основные способы сбора ТБО

На сегодняшний день в Казахстане наиболее распространенным способом сбора отходов является сбор отходов с помощью мусоропровода. Несмотря на то, что преимущества данного способа удаления отходов из жилых помещений очевидны, мусоропровод является препятствием для организации раздельного сбора твердых коммунальных отходов в Республике Казахстан. Тем не менее, многие страны мира не только отказываются от мусоропровода, но и, наоборот, активно занимаются совершенствованием этой технологии, устанавливая в трубу несколько загрузочных клапанов для эффективного сбора отходов. Для этого нужна полная модернизация систем мусоропроводов Казахстана, это займет некоторое время, также стоит отметить, что строительство мусоропровода в одном подъезде обойдется на крупную сумму. Поэтому лучшим вариантом является заваривание мусоропровода, по общему решению жителей дома. Причиной такого решения являются жалобы жителей на антисанитарные условия, запах, грязь, появление и размножение грызунов и тараканов. А это лучший переход к сортировке твердых бытовых отходов путем модернизации контейнерных площадок (рис.2) [2].



Рисунок 2 - Контейнерная площадка

Контейнерная площадка является альтернативным решением проблемы сбора твердых бытовых отходов. Существуют различные контейнерные площадки по размеру, количеству контейнеров и другим параметрам, но главное их отличие - принцип отдельного сбора отходов (рис. 3) [3].

## Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»

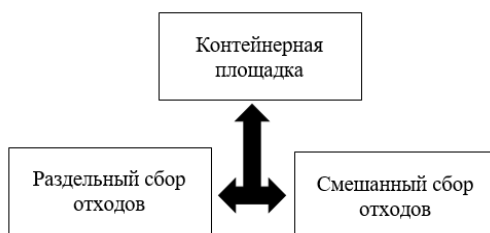


Рисунок 3 – Виды контейнерных площадок

Раздельный сбор отходов осуществляется на базе контейнерных площадок. В Республике Казахстан все контейнерные площадки, расположенные на ее территории, должны соответствовать требованиям санитарных правил содержания территорий населенных пунктов в соответствии Экологическому кодексу РК от 2 января 2021 года № 400-VI ЗРК Статья 367. (Централизованная система сбора твердых бытовых отходов) [4].

Из рисунка 3 видно, что на контейнерных площадках можно организовать раздельный или смешанный сбор коммунальных отходов. В Республике Казахстан предприняты попытки организации раздельного сбора отходов, однако внедрение раздельного сбора ТБО носит локальный и несистемный характер. Раздельный сбор ТБО осуществляется не на всей территории Республики Казахстан а в некоторых крупных населенных пунктах [5].

Каждый город и населенный пункт имеет проблему удаления твердых бытовых отходов (ТБО) и эта проблема с каждым годом становится все актуальнее. На сегодняшний день вывоз мусора организован неоптимально. Мусоровозы часто выезжают зря к пустым контейнерам, а это лишние затраты на топливо. Поэтому решением проблемы удаления ТБО стала разработка системы дистанционного мониторинга наполнения мусорных баков для оптимизации процесса вывоза мусора [6].

Автоматизированная система управления сбором и вывозом ТБО включает в себя (рис.4):

- Беспроводной датчик для контроля наполненности контейнера
- Сетевой шлюз. Базовая станция может обслуживать 100 000 датчиков в радиусе до 10 км в городе и до 50 км в сельской местности (на открытом пространстве)
- Программная платформа для мониторинга состояния обслуживаемых контейнеров в режиме реального времени, с возможностью анализа и обработки получаемых данных

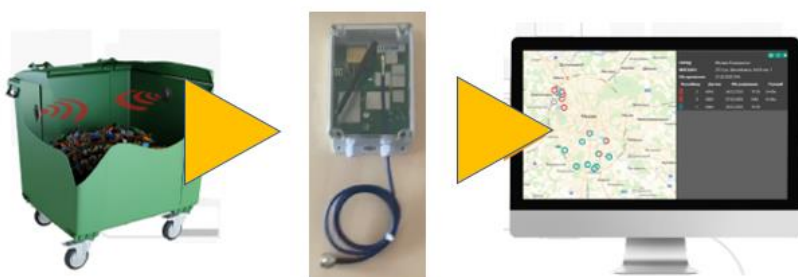


Рисунок 4 - Автоматизированная система управления сбором и вывозом ТБО

Работа автоматизированной системы управления сбором и вывозом ТБО осуществляется следующим образом: на каждый контейнер устанавливается инфракрасный датчик, который фиксирует наполненность контейнера. Когда контейнер наполнится датчик передает данные о наполнении на сервер обработки данных. Система обрабатывает данные и выводит в удобном виде оператору вывоза мусора и службам ЖКХ. Операторы вывоза мусора в реальном времени смогут видеть уровень наполненности бака и спланировать рейс транспорта вывоза мусора, а работники службы ЖКХ в свою очередь смогут вести контроль за работой операторов вывоза мусора коммунального хозяйства [7].

**Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»**

**СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА НАПОЛНЕНИЯ МУСОРНЫХ БАКОВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ВЫВОЗА МУСОРА**



Рисунок 5 - Система дистанционного мониторинга наполнения мусорных баков для оптимизации процесса вывоза мусора

*Заключение*

Информация с датчиков сокращает число пустых выездов мусоровозов, также сразу становится очевидным, где контейнеры расположены не эффективно и можно их перераспределить, позволяя сэкономить бюджет на покупку новых контейнеров.

Основными задачами удаления ТБО системой дистанционного мониторинга наполнения мусорных баков является:

- повышение качества оказания услуг по вывозу мусора
- оптимизация логистики транспорта по снижению затрат на топливо
- создание оптимального маршрута по разгрузке контейнеров
- определение оптимального количества контейнеров в том или ином районе
- контроль за работой операторов вывоза мусора коммунального хозяйства.

Все эти задачи дают возможность создания оптимального маршрута по разгрузке контейнеров, т.е. на карте отображаются уровень наполненности всех баков и исходя из этой информации оператор может составить свой маршрут (рис.6)

## Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»

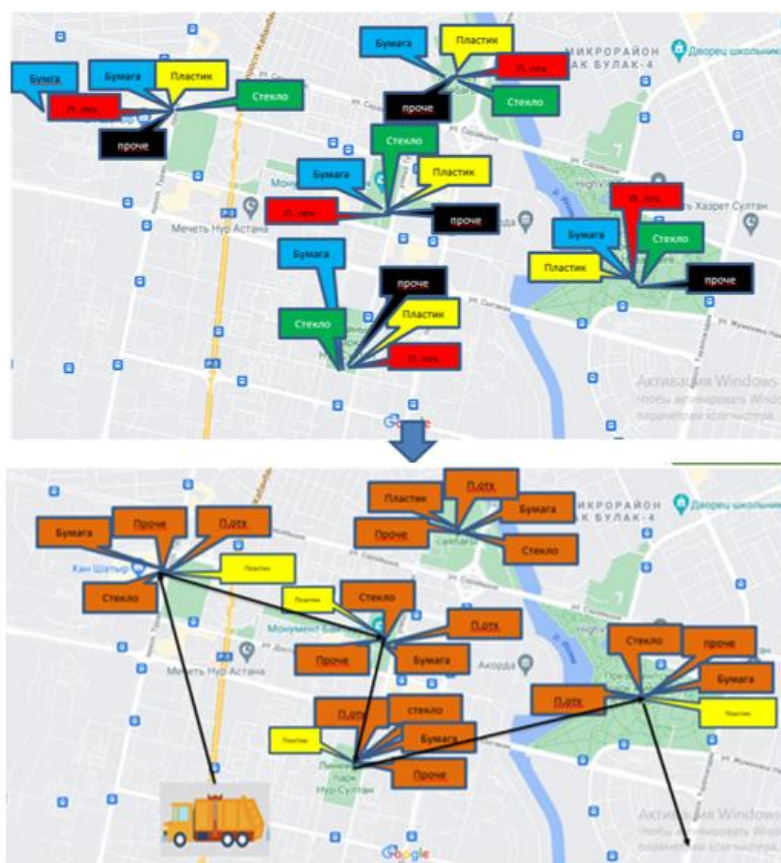


Рисунок 6 – Карта оптимизации логистики транспорта и контроль за работой операторов вывоза мусора коммунального хозяйства службой ЖКХ

Таким образом, данная система позволяет повысить надежность системы дистанционного контроля мусорных контейнеров и исходя из этого техническим результатом предлагаемой системы является обеспечение надежной работы системы дистанционного контроля мусорных контейнеров.

Для определения более высокой точности рациональных конструктивных параметров разработанной системы, необходимы детальные исследования с проведением расчетов и разработкой моделей в программной среде, которые позволят проанализировать эффективность работы устройств. Так же для эффективной работы сортировки мусора ориентировать население на защиту окружающей среды с помощью показательных работ и поощрений, объяснять важность сортировки.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Orazbayev, B.B., Kenzhebaeva, T.S., Goncharov, V.L., Orazbayeva, K.N. Systematic Approach to the Elaboration of a Structured Model of a Sulfur Production Unit under Uncertainty // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2019, 597(1), 012013

2 Orazbayev, B.B., Kenzhebayeva, T.S., Orazbayeva, K.N. Development of mathematical models and modelling of chemical technological systems using fuzzy-output systems // Applied Mathematics and Information Sciences, 2019, 13(4), стр. 653–664

3 Afroz R., Hanaki K., Tuddin R., Ayup K. A survey of recycling behaviour in households in Dhaka, Bangladesh // Waste Management and Research. - Том 28, Выпуск 6, Страницы 552 – 560.- June 2010

4 Shabanova, M. Separate waste collection in Russia: The level, factors and potential for citizen engagement // *Mir Rossii*. - Том 28, Выпуск 3, Страницы 88 – 112. - 2019

**Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»**

5 [Article@Раздельный сбор бытовых отходов в России: уровень, факторы и потенциал включения населения]

6 Abbott A., Nandeibam S., O'Shea L. Recycling: Social norms and warm-glow revisited // *Ecological Economics*. - Том 90, Страницы 10 – 18. - June 2013

7 Arbués F., Villanúa I. Determinants of behavior toward selective collection of batteries in Spain. A bivariate probit model // *Resources, Conservation and Recycling*. - Том 106, Страницы 1 – 81. - January 2016

8 Chu Z., Wang W., Wang B., Zhuang J. Research on factors influencing municipal household solid waste separate collection: Bayesian belief networks // *Sustainability (Switzerland)* . - Том 8, Выпуск 2. – 2016, Номер статьи 152

И.Е. Елибаева, Т.С. Кенжебаева

**Қоқыс шығару процесін оңтайландыру үшін қоқыс бақтарының толтырылуын бақылау жүйесін әзірлеу**

Мақалада нақты уақыт режимінде қоқыс контейнерлерінің толықтық деңгейін бақылауға мүмкіндік беретін датчиктер жүйесі сипатталған. Сондай-ақ, қоқыс жинауды автоматтандыру механизмі, мысалы, қоқыс жәшігінің толтырылуын болжауға байланысты жүргізуші үшін маршрутты автоматты түрде құру. Датчиктерден алынған барлық деректер платформаға түседі, онда барлық ақпарат сақталады, содан кейін талданады. Бұл кез-келген белгілі бір кезеңдегі сенсорлардың күйлерінің тарихын алуға мүмкіндік береді. Датчиктердегі барлық деректер серверге келеді, онда барлық ақпарат талданады. Алынған мәліметтер негізінде бақтардың толтырылу болжамы және жүргізуші үшін маршруттың құрылысы қалыптастырылады.

*Түйінді сөздер:* қатты тұрмыстық қалдықтар, сұрыптау, контейнерлік алаң, автоматтандырылған басқару жүйесі, сымсыз датчик, желілік шлюз, бағдарламалық платформа.

I.E. Yelibayeva, T.S. Kenzhebayeva

**Development of a system for monitoring the filling of garbage cans to optimize the garbage collection process**

The article describes a sensor system that allows you to monitor the level of fullness of garbage containers in real time. As well as a mechanism for automating garbage collection, such as automatically building a route for the driver depending on the prediction of the occupancy of garbage cans. All data from the sensors is sent to the platform, where all information is stored and then analyzed. This allows you to get a history of sensor states for any specific period. All data from the sensors is sent to the server, where all information is analyzed. Based on the data obtained, a forecast of tank occupancy is formed and a route is built for the driver.

*Keywords:* solid household waste, sorting, container platform, automated control system, wireless sensor, network gateway, software platform.

**Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»**

DOI 10.53002/2022.2-2309-1177.08

МРНТИ 50.10.33

УДК 621

Е.А. Тулешов, Ш.С. Бержанов, А.А. Кембаева

*Satbayev University, Алматы қ., Қазақстан**(E-mail: [y.tuleshov@satbayev.university](mailto:y.tuleshov@satbayev.university))***Баспа платаларын өндіру үшін өрнекті металдандырудың аддитивті процесін химиялық мыспен жалату әдістерін салыстыру.**

Мыс жабындарын қолдану процестері функционалдық және сәндік мақсаттарда жүзеге асырылатын диэлектриктерді химиялық металдандырудың ең кең таралған процестері болып табылады. Олар баспа платалары өндірісінің ажырамас бөлігі болып табылады. Баспа платаларының сенімділігі екі жақты және көп қабатты баспа платаларындағы өтпелі және соқыр қабат аралық қосылыстардың металдану сенімділігімен анықталады. Химиялық мыс қаптау электронды құрылғыларды қорғау үшін, сондай-ақ көміртекті талшықтар, графит ұнтағы және басқа да бірқатар материалдар сияқты материалдарды металдандыру үшін қолданылады.

*Кілт сөздер:* Баспа платасы, аддитивті үрдіс, химиялық мыспен жалату, катализатор.

Жалпы жағдайда, баспа платалары диэлектрлік негіз және металл пленка өткізгіштер ретінде танылған. Баспа платалардың диэлектрлік материалына белгілі талаптар қойылады, атап айтқанда - беттік және көлемдік кедергі кемінде 10-9 Ом·см, салыстырмалы диэлектрлік тұрақты  $\epsilon$  - 4÷5 болуы керек.  $\epsilon$  мөлшерін азайту платадағы зиянды сыйымдылықты байланысын азайту үшін қажет. Электрлік сипаттамалармен қатар, платалар конструктивті - технологиялық сипаттамалардың жеткілікті кең спектріне сәйкес келуі керек: олардың негізінде құрастырылатын жинаққа жеткілікті беріктік пен қаттылықты қамтамасыз ету, өңдеу және пайдалану кезінде қабаттануға және деформацияға ұшырамауы керек, сонымен бірге өндіріс кезінде өңдеудің жеңілдігі.

Аддитивті әдістер - диэлектрлік негізге өткізгіш жабынды таңдамалы тұндыруға негізделген, оның үстіне жабысқақ құрамның қабатын алдын ала жағуға болады. Олардың келесі артықшылықтары бар:

1) құрылымның біртектілігі, өйткені өткізгіштер мен саңылауларды металдандыру бір химиялық-гальваникалық процесте алынады;

2) баспа монтажи элементтерінің сәл желіндіруі болады;

3) саңылаулардағы металданған қабаттың қалыңдығының біркелкілігін жақсарту;

4) баспа монтажиның тығыздығын арттыру;

5) мыс, өңдеу химикаттарын мен сарқынды суларды залалсыздандыруға кететін шығындарды үнемдеуге.

6) өндірістік циклдің ұзақтығын қысқарту.

Сипатталған артықшылықтарға қарамастан, БП жаппай өндірісінде аддитивті әдісті қолдану химиялық металдандыру процесінің төмен өнімділігімен, электролиттердің диэлектрикке қарқынды әсерімен және жақсы адгезиясы бар металл жабындарды алу

## Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»

қиындықтарымен шектеледі. Бұл жағдайда субтрактивті технология басым, әсіресе жұқа фольгамен (5 және 18 мкм) фольга диэлектриктеріне көшу.

Технологиялық процестің қажетті параметрлерін қамтамасыз ету кезінде аддитивті технология платадағы өткізгіштердің суретін үлкен дәлдікпен және репродуктивтілікпен алуға мүмкіндік береді:

- үлдірлі фоторезист рельефінде қалыптасқан өткізгіштердің ені өткізгіштің барлық биіктігі бойынша фотошаблондағы бейненің еніне тең, шашырау аралығы 5-10 мкм аспайды;
- фотошаблондағы көлемге қатысты төсеніш бетіндегі өткізгіштер енінің бұрмалануы орта есеппен 10 мкм-ден 20 мкм-ге дейін құрайды;
- фоторельефтің барлық биіктігі бойынша өткізгіштердің енін шашудың жиынтық аралығы 15-20 мкм аспайды.

Осылайша, субтрактивті технологиядан айырмашылығы, аддитивті процестер дәлдіктің ең жоғары кластары бойынша БП алуға мүмкіндік береді.

Баспа плата тесіктерінде өткізгіш қабатты алу процесін екі негізгі топқа бөлуге болады — химиялық мыс балқыту процестері және тікелей металдандыру процестері.

Химиялық мыс процесін қолдана отырып, баспа плата тесіктерін металдандыру саңылаулардың қабырғаларында қалыңдығы 0,5–2 мкм металл мыс қабатын алуға мүмкіндік береді, содан кейін гальваникалық мыс қабатын қолданады.

Химиялық мысқа айналу-тотығу-тотықсыздану автокаталитикалық процесс, онда катализатор бастапқы кезеңде металл палладий болып табылады, содан кейін тұндырылған мыс кристалдары мыстың одан әрі шығарылуын катализдейді және процесс өздігінен жүреді. Мыс су ерітінділерінен көптеген тотықсыздандырғыштардың әсерінен тұндырылатыны белгілі: формальдегид, борогидрид, гидразин, гипофосфит, Fe(II) / Fe(III) редокс буы; Ti(III) / Ti(IV) және т. б. Бірақ тек формальдегид пен борогидрид үздіксіз және селективті металдандыру үшін практикалық қолдануды табады [19]. Бұл жұмыста тек формальдегидті химиялық мыс ерітінділері қарастырылады. Екі валентті мыс формальдасын қалпына келтіру процесінің кейбір ерекшеліктерін қарастырамыз.

Химиялық металдандырудың артықшылықтары: өңделетін бұйымның күрделі конфигурациясы кезінде қабаттың біркелкі қалыңдығы; гальваникалық тұндыруға қарағанда тығыз қабат; металды оқшаулағыш материалдарға тұндыру мүмкіндігі.

Химиялық тұндырылған мысқа қойылатын негізгі талаптар: электр тізбектерінің үзілуін болдырмау үшін саңылау қабырғаларының толық жабылуы; дәнекерлеу және қайта дәнекерлеу кезінде жылу соққысына төзімділікті қамтамасыз ету үшін химиялық мыс қабатының негіз диэлектрикасына жақсы адгезиясы; шөгіндінің икемділігі (салыстырмалы түрде ұзаруы 6-8%); шөгіндінің ұсақ түйірлігі мен тығыздығы; төмен ішкі кернеулер; ашық қызғылт түс және т. б. БП дайындамаларын коррозияға төзімді болаттан, фторопластан, титаннан немесе полипропиленнен жасалған химиялық мыс ілмесіне технологиялық саңылаулар немесе қысқыштар көмегімен орнатады және химиялық мыс құю желісіне орналастырады. Ол бетті дайындауға және химиялық мыс алуға арналған бірнеше ванналардан тұрады, олардың әрқайсысында дайындамалары бар ілмесіне автооператордың көмегімен бағдарлама бойынша қозғалады. Химиялық мыс ваннасында температураны ұстап тұратын құрылғылар бар, ерітіндіні ауамен араластыруға арналған көпіршіктер, сүзу, саңылаулардың қабырғаларын мыспен толық жабуды қамтамасыз ету үшін ерітінділерді саңылаулар арқылы соруға арналған дайындамаларды қайтару. Химиялық мыс алу процесіне келесі талаптар қойылады:

- жоғары металдандыру жылдамдығы (3-4 мкм/сағ);
- ерітіндінің ұзақ қызмет ету мерзімі (10-12 ай);
- ерітіндінің тұрақтылығы;

## Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»

- ерітінділердің үнемділігі (химикаттардың шығынын азайту);
- пайдаланылған ерітінділерді кәдеге жаратудың қарапайымдылығы;
- қоршаған ортаға ең аз әсер ету.

Қазіргі уақытта химиялық тұндырылған мыстың сапасын арттыру бойынша жұмыстар келесі бағыттарда жүргізілуде: тиімді ерітінді тұрақтандырғыштарын іздеу; тұндыру жылдамдығын арттыру жолдарын іздеу (мысалы, 0,8–1,0 Вт/см<sup>2</sup> сәулелену қарқындылығы кезінде 22-44 кГц төмен жиілікті ультрадыбысты қолдану мыстың тұндыру жылдамдығын 2-3 есе арттыруға мүмкіндік береді); мыстың диэлектрикке адгезиясын жақсарту; металдандырылатын саңылаулардың барлық ауданы бойынша химиялық мыстың біркелкі қабаттарын алуға мүмкіндік беретін, оның ішінде D/ H = 1 : 10 және одан кем кезінде кіші диаметрлі терең қабаттарды алуға мүмкіндік беретін беттік-белсенді заттары (ББЗ) бар саңылаулар қабырғаларының сенімді активаторларын іздеу; мыс құю ерітінділерінің компоненттерін мөлшерлеудің автоматтандырылған жүйесін құру, датчиктерді пайдалана отырып, олардың концентрациясын талдау; электролиттерді тиісті түзету; тапшы, арзан, ұйғты емес, отқа төзімді химикаттарды қолдану.

Қалың қабатты химиялық мыс (25-35 мкм) кезінде аддитивті әдіспен БП дайындау кезінде концентрация датчик-анализаторларынан алынған нәтижелер бойынша электролит компоненттерін мөлшерлеудің автоматтандырылған жүйесінің көмегімен ерітіндіні тұрақты түзету қажет.

### Қалың қабатты химиялық мыс (ҚХМ)

ҚХМ процесі қалыңдығы 1,5–2 мкм (кесте 1) мыс қабатының химиялық тұндыруына байланысты баспа плата тесіктерінде өткізгіш қабат алуға мүмкіндік береді. ҚХМ процесінен кейін баспа платалары фоторезистті қолдануға жіберіледі, содан кейін гальваникалық мыс және қалайы немесе қалайы қорғасын металл кескішті қолданады.

Кесте 1. Қалың қабатты химиялық мыс технологиясы

Процесс	Өнім атауы
Кондиционер	CUPROLITE X 11
2-каскадты жуу	
Микротравляция	SODIUM PERSULPHATE
2-каскадты жуу	
Прекализатор	UNIPHASE PHP A
Катализатор	UNIPHASE PHP A + B
2-каскадты жуу	
Химиялық мыс	CUPRO – T — ECO CNF
2-каскадты жуу	
Anti tarnish	ANTIOX MLX
2-каскадты жуу	
Кептіру	

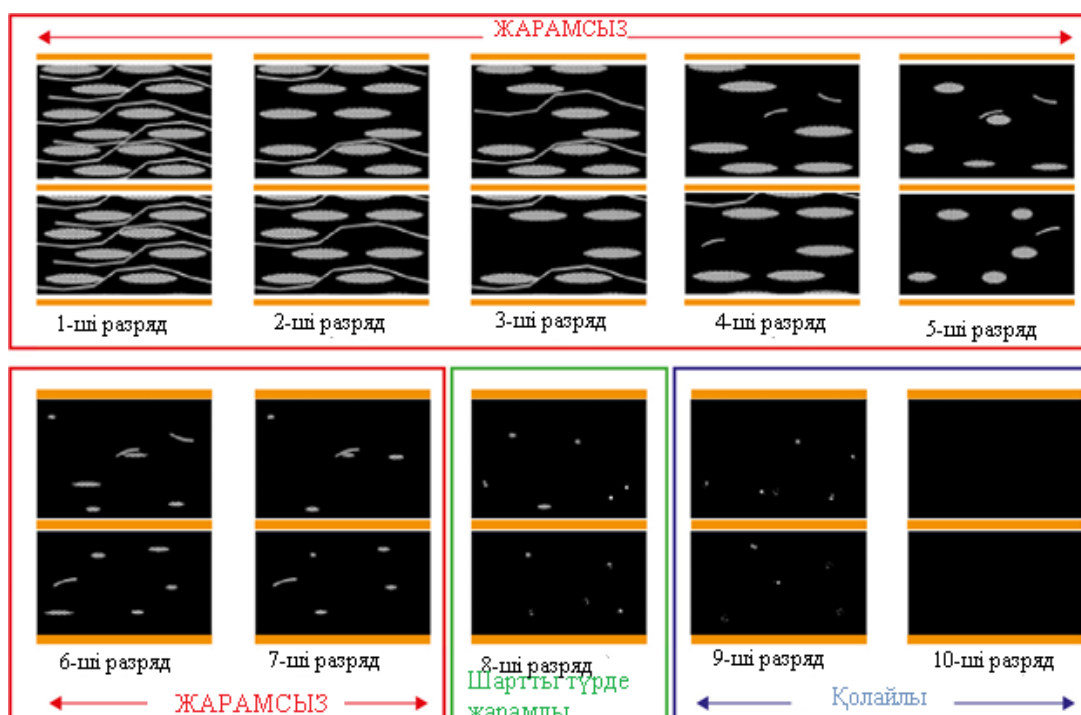
Бақылау көзбен, қосымша жарықтандырумен жүзеге асырылады (сурет. 1, 2). Бұл әдіс саңылаудағы химиялық мыспен нақты жабынды және металдандыру сапасын бақылай алады.



**Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»**



Сурет 1. Көмескі жарықпен бақылау



Сурет 2. Сапа шкаласы

ҚХМ процесінің артықшылықтары:

- Үрдістің барлық сатысы талдамалы бақыланады.
- ҚХМ операциясынан кейін бірден баспа платаларын визуалды бақылау мүмкіндігі.
- Жарамсыздықты өзгерту мүмкіндігі.
- Бүкіл әлемде кеңінен қолданылады.
- Іс жүзінде "ит сүйегі" әсері жоқ.
- Микро-саңылауларды металдандыру үшін өте сенімді процесс.
- Бұрғылау ақауларына сезімтал емес.
- Фоторезистті жағар алдында гидроабразиялық тазалауды қолдану мүмкіндігі.

ҚХМ процесінің кемшіліктері:

**Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»**

- Көп сатылы процесс.
- Аналитикалық процедуралардың үлкен көлемі.
- Мүмкіндігінше үзіліссіз жұмыс істеген жөн.
- Ағынды сулардағы формальдегид және кешенді түзгіштер.

**Стандартты жұқа қабатты химиялық мыс**

**ҚХМ процесі қалыңдығы 0,3–0,5 мкм (кесте 2) мыс қабатының химиялық тұндыруына байланысты баспа плата саңылауларында өткізгіш қабат алуға мүмкіндік береді. Химиялық мыс процесінен кейін қалыңдығы шамамен 5 мкм болатын алдынала гальваникалық мыс ("керітпелер") операция жасау керек, содан кейін фоторезист қолданылады.**

Кесте 2. Жұқа қабатты химиялық мыс технологиясы

Процесс	Өнім атауы
Кондиционер	CUPROLITE X 11
2-каскадты жуу	
Микротравляция	SODIUM PERSULPHATE
2-каскадты жуу	
Прекатализатор	UNIPHASE PHP A
Катализатор	UNIPHASE PHP A+B
2-каскадты жуу	
Химиялық мыс	CUPRO-T — ECO CNF LB
2-каскадты жуу	
Гальваникалық "керітпелер"	
2-каскадты жуу	
Кептіру	

Бақылау қосымша жарықтандыру кезінде көзбен жүзеге асырылады. Бұл әдіс саңылаудағы химиялық мыспен нақты жабынды және металдандыру сапасын бақылай алады.

Химиялық мыс процесінің артықшылықтары:

- Процестің барлық кезеңдері аналитикалық түрде бақыланады.
- Химиялық мыс операциясынан кейін бірден баспа платаларды визуалды бақылау мүмкіндігі.
- Жарамсыздықты өзгерту мүмкіндігі.
- Бүкіл әлемде кеңінен қолданылады.
- Іс жүзінде "ит сүйегі" әсері жоқ.
- Ілмелердегі микро-саңылауларды металдандыру үшін өте сенімді процесс.
- Бұрғылау ақауларына сезімтал емес.
- Фоторезистті жағар алдында гидроабразиялық тазалауды қолдану мүмкіндігі.
- Химиялық мыс процесінің кемшіліктері:
- Көп сатылы процесс.
- Аналитикалық процедуралардың үлкен көлемі.
- Мүмкіндігінше үзіліссіз жұмыс істеген жөн.
- Ағынды сулардағы формальдегид және кешенді түзгіштер.
- ҚХМ процесіне қарағанда төмен өнімділік.

## Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»

Барлық қарастырылған баспа плата саңылауларын металдандыру процестері сенімді және бүкіл әлемде кеңінен қолданылады. Осы немесе басқа процесті таңдау баспа плата өндірушісінің міндеттеріне байланысты.

Алайда, болашаққа көз жүгіртсек, бір жағынан баспа плата күрделілігінің, олардың сенімділігі мен сапасына қойылатын талаптардың жоғарылауымен және металдандыру процесінің әр сатысында бақылауды автоматтандыру мүмкіндігімен, екінші жағынан, химиялық мыс құю процесі өндірістік сенімділік тұрғысынан да, экономикалық тиімділік тұрғысынан да үлкен сұранысқа ие болады деп болжауға болады.

Бұл постулатты растау үшін "тікелей металдандыру" процестері баспа плата өндірісінде ұзақ уақыт бойы қолданылып келе жатқанына қарамастан, олар ешқашан үлкен сұранысқа ие болған емес.

Болашақта технологиялық процестерді әзірлеушілердің міндеті формалин мен хелат қосылыстарын пайдаланбай, экономикалық тиімділігі жоғары және экологиялық қауіпсіздік сипаттамалары жақсартылған химиялық мыс процесі негізінде баспа платаларын металдандыру процестерін жетілдіру болады деп санаймыз.

### Қолданылған әдебиеттер

1 Пирогова Е. В. «Проектирование и технология печатных плат». Москва ФОРУМ – ИНФРА – М 2005.

2 [http://www.tech-e.ru/2006\\_1\\_26.php](http://www.tech-e.ru/2006_1_26.php)

3 Медведев, А. М. Печатные платы: конструкции и материалы / А. М. Медведев. – М. : Техносфера, 2004. – 302 с. (Мир электроники). – ISBN 5-94836-026-1.

4 Медведев, А. М. Технология производства печатных плат / А. М. Медведев. – М. : Техносфера, 2004. – 358 с. (Мир электроники). – ISBN 5-94836-052-0.

5 Мэнгин, Ч.-Г. Технология поверхностного монтажа. Будущее технологии сборки в электронике / Ч.-Г. Мэнгин, С. Макклелланд ; пер. с англ. ; под ред. Л. А. Коледова. – М. : Мир, 1990. – 276 с. – ISBN 5-03-001485-3

Е.А. Тулешов, Ш.С. Бержанов, А.А. Кембаева

### Сравнение методов химического медного покрытия аддитивного процесса узорной металлизации для производства печатных плат

Процессы нанесения медных покрытий являются наиболее распространенными процессами химической металлизации диэлектриков функционального и декоративного назначения. Они являются неотъемлемой частью производства печатных плат. Надежность печатных плат определяется надежностью металлизации переходных и глухих межслойных соединений в двухсторонних и многослойных печатных платах. Химическое меднение используется для защиты электронных устройств, а также для металлизации таких материалов, как углеродное волокно, графитовый порошок и ряд других материалов.

*Ключевые слова.* Печатная плата, аддитивный процесс, химическое меднение, катализатор.

**Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»**

E.A. Tuleshov, S.S. Berzhanov, A.A. Kembayeva

**Comparison of methods of chemical copper coating additive process of patterned metallization for the production of printed circuit boards**

Copper coating processes are the most common chemical metallization processes for functional and decorative dielectrics. They are an integral part of the production of printed circuit boards. The reliability of printed circuit boards is determined by the reliability of the metallization of transition and deaf interlayer connections in double-sided and multilayer printed circuit boards. Chemical copper plating is used to protect electronic devices, as well as to plating materials such as carbon fiber, graphite powder and a number of other materials.

*Keywords.* Printed circuit board, additive process, chemical copper plating, catalyst.

## References

- 1 Pirogova E. V. «Proektirovanie i tekhnologiya pechatnyh plat». Moskva FORUM – INFRA – M 2005.
- 2 [http://www.tech-e.ru/2006\\_1\\_26.php](http://www.tech-e.ru/2006_1_26.php)
- 3 Medvedev, A. M. Pечатnye platy: konstrukcii i materialy / A. M. Medvedev. – M. : Tekhnosfera, 2004. – 302 s. (Mir elektroniki). – ISBN 5-94836-026-1.
- 4 Medvedev, A. M. Tekhnologiya proizvodstva pechatnyh plat / A. M. Medvedev. – M. : Tekhnosfera, 2004. – 358 s. (Mir elektroniki). – ISBN 5-94836-052-0.
- 5 Mengin, CH.-G. Tekhnologiya poverhnostnogo montazha. Budushchee tekhnologii sborki v elektronike / CH.-G. Mengin, S. Makklelland ; per. s angl. ; pod red. L. A. Koledova. – M. : Mir, 1990. – 276 s. – ISBN 5-03-001485-3

**Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»**

DOI 10.53002/2022.2-2309-1177.09  
 МРНТИ 50.41.29  
 УДК 621

Е.К. Шайкемелов, Е.А.Тулешов

*Satbayev University, Алматы қала, Қазақстан  
 (E-mail: y.tuleshov@satbayev.university)*

**RoHS талаптарына сәйкес баспа платаларының құрылымын зерттеу**

ЭЕМ өндірісінің негізгі ерекшелігі стандартты және нормаланған элементтердің, интегралдық схемалардың, радиокомпоненттерінің және т.б. көп мөлшерде қолдану болып табылады. Қазіргі кезде шешіліп жатқан маңызды мәселе жаңа элементтерді қолдану арқылы стандартты блоктарды сериялық өндіру болып табылады. Жеке элементтерді біріктіру оларды өндіруді автоматтандыруға жағдай жасайды.

Тағы бір ерекшелік: монтаждау және құрастыру жұмыстарының еңбек сыйымдылығының жоғарылығы. Яғни ол байланыстардың санының үлкен болуымен, түйіспелі қосылыстар өлшемдерінің шағын болуымен және жоғары тығыздықты орналасудың себебінен оларды іске асырудың күрделілігімен айқындалады. [4]

Өндірістің тиімділігі мен сапасын арттыру көбінесе технологиялық процесті автоматтандыруға байланысты болады. Автоматтандыру жеке операцияларды автоматтандырудан (дәнекерлеу, пісіру және т.б.), автоматтандырылған жүйелерді кең қолдануға дейінгі бағытта дамып келе жатыр. [4]

*Түйінді сөздер:* Интегралды микросхема, плата, электрондық есептеуіш машиналары, стандарт 297 МЭК, ЕС ЭЕМ, СМ ЭЕМ, микро ЭЕМ.

**Құрылғы құрылымын әзірлеу**

Құрылымдау принципі, жобаланып отырған құрылғының функционалды мақсатына және схемасының күрделілігіне байланысты таңдалады.

Схеманың күрделілігінің әсерінен оны бір баспа платасында орындауға мүмкіншілігіміз жоқ, өйткені біздің жағдайда құрылғылардың орналасу тығыздығы рұқсат етілген мәннен асып кетеді. Сонымен қатар баспа платасының өлшемдері тым үлкен болады. Осы себепті жобаланған құрылғыны пайдалану ыңғайсыз болып табылады және моносхема бойынша жобалау принципін пайдалануды қарастырылмаймыз. Осыған байланысты, бұл жағдайда схеманы бөлудің функционалды-түйіндік принципін қолданған жөн.

Әзірленген құрылғының принципіалды схемасын келесі бөліктерге бөлеміз:

- регистрлер блогы;
- сумматорлар блогы;
- мультиплексорлар блогы;

**Құрылымдық жүйені таңдау**

Құрылымдық жүйе функционалды жүйенің қажетті құрылымдық үйлесімділігін қамтамасыз етеді және негізгі болып табылатын құрылымдарды қамтиды, өйткені олар әртүрлі деңгейдегі құрылымдардың (өлшем тәрізді) қажетті санын қалыптастыруға арналған. Құрылымдық жүйе -

## Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»

механикалық, функционалдық және жылу факторларын, сонымен қатар техникалық эргономика мен эстетиканың қоятын талаптарын ескере отырып, өлшем үйлесімділігі негізінде белгілі дәрежедегі бағыныштылық барысында ұйымдастырылған негізгі құрылымдардың иерархиялық жиынтығы. Бұл жүйе, Электронды есептеуіш машиналардың (ЭЕМ) және функционалдық бұйымдардың нұсқалық макеттерін құруға арналған. [1]

Қазақстанда ең көп тұтынылатын құрылым жүйесі СМ ЭЕМ, ЕСЭЕМ, микро ЭЕМ. Біздің жағдайда құрылғының функционалдығы төмен және өлшемдері шағын болғандықтан, микро ЭЕМ құрылымдық жүйесін пайдалану ұтымды шешім болар еді. Бұл жүйе 5 деңгейден тұрады:

- интегралды схема;
- плата;
- бөлшекті қорап;
- кешенді қорап;
- ЭЕМ.

МЭК 297 стандартына сәйкес СМ ЭЕМ үшін баспа схемаларының келесі өлшемдері ерекшеленеді:

- $E1 = 180 \times 100$  мм;
- $E2 = 220 \times 234,36$  мм;
- $E3 = 160 \times 234,36$  мм;
- $E4 = 110 \times 220$  мм.

Әзірленген түйіндегі ИМС қораптарының санына сүйене отырып, біз  $E1 = 180 \times 100$  мм баспа платасының өлшемін таңдаймыз. [2]

Логикалық ИМС сериясынтандау

ЭЕМ-ді дамытудың маңызды кезеңдерінің бірі ИМС сериясын таңдау болып табылады. Өйткені дұрыс таңдау әзірленіп жатқан құрылғының, түптеп келгенде техникалық тапсырмалар кезінде оған қойылатын барлық талаптарды қанағаттандыра алатындығына байланысты. ИМС сериясы, таңдау объектісі ретінде мына қасиеттермен сипатталады: өлшемдерінің әртүрлілігі (кернеу, ток, уақыт, кедергі, сыйымдылық, қуат), сонымен қатар өлшемсіз параметрлері бар параметрлер жиынтығымен. Бұл жағдай, ИМС-тің керекті сериясын таңдау кезінде сандық мәндері дұрыс немесе басқа параметрге сай келетін салмақтық коэффициенттерді пайдалану үшін негізделген әдістемені пайдалануды талап етеді. [3]

Бірақ, әзірлеу процесінде ИМС-ті таңдау үшін жобаға қойылатын талаптарды ескеру қажет. Бұл жағдайда ИМС-тің К561 сериясы таңдалуы керек. [4]

Салмақ коэффициенттерінің сәйкес мәндері мен ИМС серияларының жарамдылығын бағалайтын параметрлер 1-кестеде көрсетілген.

1-кесте

КМОП сериясы	Параметрі			Жүктеме	
	$P_{\text{пот}},$ мкВт	$t_{\text{зд}},$ нс	$\Delta_{\text{пот}},$ пДж	$C_{\text{н}},$ пФ	$R_{\text{н}},$ кОм
К561	0,4	60	30	30	0,4
К1561	0,4	50	25	20	2

**Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»**

K564	0,4	50	19	50	2
K176	10	200	17	15	4
$b_j$ - салмақтық коэффициент	0,1	0,1	0,1	0,2	0,5

Серия деректерін параметрлер матрицасында жинақтаймыз:

$$X = \begin{pmatrix} 0,4 & 60 & 30 & 30 & 0,4 \\ 0,4 & 50 & 25 & 20 & 2 \\ 0,4 & 50 & 19 & 50 & 2 \\ 10 & 200 & 17 & 15 & 4 \end{pmatrix}$$

Параметрдің үлкенірек сандық мәні ИМС-тің ең жақсы сапасына сәйкес келетін пішінге келтіріледі. Егер шартты қанағаттандырмайтын параметрлер болса, оларды мына формула бойынша қайта есептеледі:  $Y_{ij}=1/X_{ij}$ . Біздің жағдайда барлық параметрлерді қайта есептеу қажет. Нәтижесінде төмендетілген параметрлердің матрицасын аламыз:

$$Y = \begin{pmatrix} 2,5 & 0,016 & 0,03 & 0,033 & 2,5 \\ 2,5 & 0,2 & 0,04 & 0,05 & 0,5 \\ 2,5 & 0,02 & 0,053 & 0,02 & 0,5 \\ 0,1 & 0,005 & 0,059 & 0,066 & 0,25 \end{pmatrix}$$

Y матрицасының параметрлерін нормалау мына формула бойынша жүзеге асырылады:

$$A_{ij} = \frac{Y_{\max j} - Y_{ij}}{Y_{\max j}}$$

Нәтижесінденормаланғанпараметрлердіңматрицасыналамыз:

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 0,2 & 0,5 & 0,5 & 0 \\ 0 & 0 & 0,322 & 0,24 & 0,8 \\ 0 & 0 & 0,1 & 0,7 & 0,8 \\ 0,96 & 0,75 & 0 & 0 & 0,9 \end{pmatrix}$$

Бағалау функциясын элементтер жүйесін жалпылама талдау максатында қолданамыз:

$$Q_{ij} = \sum_{j=1}^m a_{ij} * b_{ij}$$

K562:  $Q = 0,02+0+0,1+0,05+0 = 0,16$ ;

K1561:  $Q = 0+0,048+0+0,0322+0,4= 0,49$ ;

K564:  $Q = 0+0,14+0+0,01+0,4 = 0,54$ ;

K176:  $Q = 0,075+0,096+0+0,45+0= 0,623$ .

K561 сериясыен аз бағалау функциясы болғандықтан, осы серияны таңдаймыз.

Қорытынды: Зерттеу нәтижесі барысында,  $E1 = 180 \times 100$  мм баспа платасының өлшемі таңдалды. Себебі бұл жоба есебі бойынша ИМС қораптарының саны аз. Сонымен қатар ИМС-тің

## Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»

К561 сериясы тандалды. Себебі ең аз бағалау функциясы осы серия болып табылады. Құрылғы өлшемдері шағын және функционалдығы төмен болғандықтан, микро ЭЕМ құрылымдық жүйесін пайдалану тиімді. [5,6]

### Әдебиеттер

1 Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине "Конструкторско-технологическое обеспечение производства ЭВМ", Гузаиров М.Б., УГАТУ, Уфа, 1995.-18 с.

2 Популярные цифровые микросхемы: Справочник.2- е изд. Шило В. П. Испр.- Челябинск: Металлургия, 1989.- 352 с.

3 Проектирование и технология печатных плат: Учебник. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, Пирогова Е.В., 2005. – 560 с.

4 Конструирование ЭВМ и систем. - М.: Высшая школа, Овчинников В.А., Савельев А.Я., 1988.- 305с.

5 ГОСТ 2.707- 81. Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники.- М.: Изд- во стандартов, 1981.- 16 с.

6 ГОСТ 2.743- 91. Обозначения условные графические в схемах. Элементы цифровой техники.- М.: Изд-во стандартов, 1992.- 58 с.

Е.К. Шайкемелов, Е.А. Тулешов

### Исследования конструкции печатных плат в соответствии RoHS

Является главной особенностью производства ЭВМ, использование больших количеств унифицированных и стандартных элементов, интегральных схем, радиодеталей и т.д. Является важным вопросом который решается в настоящее время, производство серийное типовых блоков с использованием элементов новых. Помогает комбинация отдельных элементов, автоматизировать их производство.

Еще одной особенностью является трудоемкость высокая, сборочно-монтажных работ, которая объясняется сложностью их выполнения и большим количеством соединений из-за малых размеров стыков, еще высокой плотности монтажа. [4]

Часто зависит эффективности производства и повышение качества, от уровня автоматизации технологического процесса. Развивается автоматизация от автоматизации отдельных операций (сварки, пайки и т. д.) к использованию широкому линий автоматизированных. [4]

*Ключевые слова:* Интегральные микросхемы, платы, электронные вычислительные машины, стандарт МЭК 297, СМ ЭВМ, микроЭВМ, ЕС ЭВМ.

Y.K. Shaikemelov, E.A. Tulshov

### Research of printed circuit board designs in accordance with RoHS requirements.

The main feature of the production of computers is the use of large quantities of standard and unified elements, radio components, integrated circuits, etc. An important issue that is currently being addressed is the mass production of standard blocks using new elements. The combination of individual elements helps to automate their production.

Another feature is the high labor intensity of assembly and installation work, which is explained by the large number of connections and the complexity of their implementation due to the small size of the joints and the high density of installation.



**Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»**

Production efficiency and quality improvement often depends on the level of process automation. Automation is developing from the automation of individual operations (soldering, welding, etc.) to the widespread use of automated lines.

*Keywords:* Integrated circuits, boards, electronic computers, IEC 297 standard, EC computer, SM computer, microcomputer.

## References

- 1 Metodicheskie ukazaniya k kursovomu proektirovaniyu po discipline "Konstruktorsko-tekhnologicheskoe obespechenie proizvodstva EVM ", Guzairov M.B., UGATU, Ufa, 1995.-18 s.
- 2 Populyarnye cifrovye mikroskhemy: Spravochnik.2- e izd. SHilo V. P. Ispr.- CHelyabinsk: Metallurgiya, 1989.- 352 s.
- 3 Proektirovanie i tekhnologiya pechatnyh plat: Uchebnik. – M.: FORUM: INFRA-M, Pirogova E.V., 2005. – 560 s.
- 4 Konstruirovaniye EVM i sistem. - M.: Vysshaya shkola, Ovchinnikov V.A., Savel'ev A.YA., 1988.- 305s.
- 5 GOST 2.707- 81. Pravila vypolneniya elektricheskikh skhem cifrovoj vychislitel'noj tekhniki.- M.: Izd- vo standartov, 1981.- 16 s.
- 6 GOST 2.743- 91. Oboznacheniya uslovnye graficheskie v skhemah. Elementy cifrovoj tekhniki.- M.: Izd-vo standartov, 1992.- 58 s.

**Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»**

DOI 10.53002/2022.2-2309-1177.10  
МРНТИ 50.41.25  
УДК 004.415.25

Р.А. Калиев, В.В. Яворский

*Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова, Караганда, Казахстан  
(e-mail.ru: linkemfk@mail.ru)*

**Разработка расширений типовых конфигураций на базе платформы "1С: Предприятие 8.3"**

В данной статье приводятся основные этапы и нюансы разработки расширений типовых конфигураций на базе платформы «1С: Предприятие 8.3» для облачной подсистемы «1С: Fresh». Актуальность обусловлена текущей мировой направленностью на перевод функционирования систем учета и реализации бизнеса в Интернет. Размещение учета в облаке обеспечивает доступность и мобильность услуг от бизнеса к конечному пользователю. Практическое применение сведений, описанных в данной статье лежит в области доработки и адаптации типовых прикладных решений на базе платформы «1С: Предприятие 8.3» под нужды бизнеса, функционирующего в облаке. В рамках данной статьи было разработано одно из самых востребованных на данный момент расширений – печатная форма. Данное расширение решает проблему с оформлением документации к реализованным товарам и услугам и оформлением налоговой отчетности. Рассмотрен пошаговый процесс компиляции кода из расширения и типовой конфигурации, методы изменения порядка выполнения кода и основные связанные понятия.

*Ключевые слова:* 1С, расширения, поддержка конфигурации, облако, производственный учет, предприятие, накладная, типовая конфигурация, типовое решение, печатная форма.

**Введение**

В настоящее время, во всем мире доминирует «облачная» модель развития бизнеса. Предприятия различных масштабов, в процессе планировании своего развития, большую роль уделяют мобильности, удобства и доступности услуг, как для клиентов, так и для работников. Одним из методов для достижения данных целей является размещение внутренних и внешних сервисов компании в сети Интернет. Компания «1С» - одна из ведущих на рынке предоставления услуг в области производственного учета, также предоставляет возможность своим пользователям размещать базы данных 1С и вести в них учет в облаке. Для реализации данного функционала существует сервис «1С: Fresh».

Облачная подсистема «1С: Fresh» - это современный инструментарий, позволяющий создавать облачные сервисы для работы пользователей в типовых решениях на платформе «1С: Предприятие» онлайн. Одним из основных требований к прикладным решениям клиентов, размещающих свои базы данных в сервисе, является наличие поддержки конфигурации. Исходя из этого, для адаптации типовых решений под нужды клиента, работающего в облачной подсистеме «1С: Fresh», необходимо расширение конфигурации.

Поддержка типовых конфигураций – особая функция платформы 1С: Предприятие, запрещающий пользователю, либо разработчику вносить изменения в код и состав объектов метаданных, представленных в составе типовой конфигурации. Механизм поддержки позволяет полностью интерактивно выполнять обновления типового продукта, не прибегая к услугам разработчиков, что значительно упрощает процедуру поддержки клиента на этапах обновления типового продукта и возникающих в процессе работы клиента проблемных ситуаций. Для обозначения типового решения

## Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»

на поддержке, около наименования конфигурации, и входящих в ее состав объектов метаданных, используется обозначение «Замок» (Рис. 1).

БухгалтерияДляКазакстана



Рисунок 1 – Обозначение конфигурации на поддержке.

Расширения типовых конфигураций – особый механизм, совершивший качественный прорыв в области поддержки и адаптации типовых решений под требования клиентов, использующих в сфере ведения производственного учета продукты компании «1С». Основное преимущество данного механизма – отсутствие необходимости вносить изменения в типовую конфигурацию, соответственно отпадает снимать типовое решение с поддержки. Расширения, по своей сути, это отдельная конфигурация, которая в связке с основным прикладным решением обеспечивает клиенту дополнительный функционал. К одному типовому прикладному решению может быть добавлено как одно, так и несколько расширений, отличающихся друг от друга по назначению, при условии, что они не противоречат друг другу.

### Основная часть

Перед началом разработки расширения типовой конфигурации система предлагает выбрать назначение расширения. На текущий момент платформа «1С: Предприятие» предлагает три вида назначений расширения: исправление, дополнение, адаптация (Рис. 2).

В случае, когда у одного типового решения присутствует несколько расширений с различным назначением, процесс применения каждого из них выполняется в следующем порядке:

- 1) Исправление.
- 2) Адаптация.
- 3) Дополнение.

Вид назначения «Исправление» предназначен для исправления небольших ошибок и неточностей в коде объектов метаданных конфигурации. Вид назначения «Адаптация» необходим при внесении среднескальных доработок для конкретного заказчика, в том числе внесение изменений в логику существующих объектов метаданных и добавление к ним дополнительных подчиненных объектов со своей логикой и применением. Последний вид назначения – «Дополнение». Данный вид предназначен для добавления целых подсистем новых объектов метаданных.

Основные этапы разработки и настройки расширения под нужды клиентов рассмотрены в рамках данной статьи на примере разработки одного из самых востребованных и простых видов расширения – дополнительной печатной формы. Для примера, клиенту необходима дополнительная печатная форма накладной к существующему в типовой конфигурации объекту метаданных – документу «Реализация товаров и услуг». Для создания нового расширения необходимо перейти в режим работы «Конфигуратор», затем выбрать раздел подменю «Конфигурация», далее выбрать пункт «Расширения конфигурации» и «Добавить». После выполнения всех изложенных действий система предложит описать новое расширение конфигурации. Данные из поля «Префикс» подставляются системой автоматически в наименование добавленных, либо измененных объектов метаданных. Префикс должен состоять из одного слова, начинаться с буквы и не содержать специальных символов кроме «\_». Далее – поле «Назначение», в соответствии с информацией, описанной выше необходимо выбрать пункт «Адаптация».

## Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»

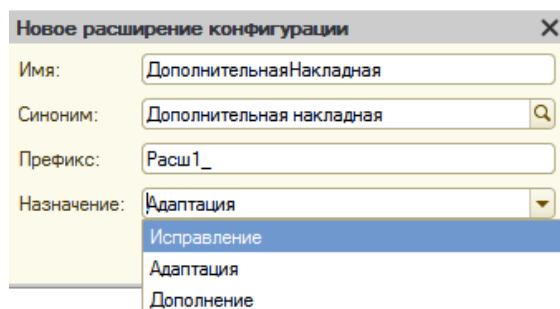


Рисунок 2 – Выбор вида назначения создаваемого расширения.

После подтверждения заполненных данных, в окне конфигуратора, поверх типовой конфигурации откроется дополнительное окно с деревом объектов метаданных создаваемого расширения. По умолчанию оно является деревом пустой конфигурации и не содержит никаких объектов (Рис. 3).

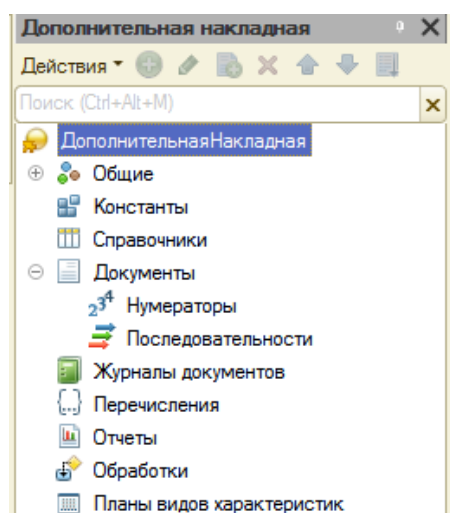


Рисунок 3 – Дерево объектов нового расширения.

Необходимые процедуры «Печать» и «ДобавитьКомандыПечати», связанные с составом и логикой печатных форм, находятся в модуле менеджера документа «Реализация товаров и услуг». Возможность внесения изменений в работу данных процедур, выполняется посредством добавления данных процедур в состав расширения. Для этого необходимо перейти в модуль менеджера документа, найти необходимые процедуры, затем вызвать контекстное меню и выбрать пункт «Добавить в расширение». Далее система предложит выбрать тип вызова процедуры (Рис. 4).

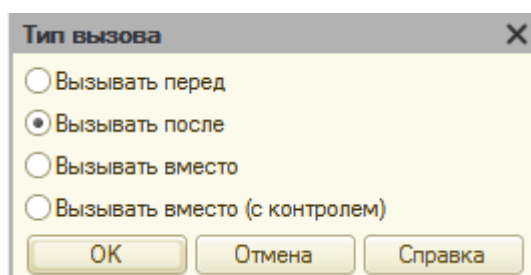


Рисунок 4 – Выбор типа вызова.

## Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»

При выполнении логики программного кода компилятор обращает внимание на директивы компиляции, указанные явно перед объявлением новой процедуры или функции. Указанные на рисунке 4 типы вызова являются директивами компиляции и объясняют компилятору в какой момент времени необходимо использовать программную логику расширения, а в каких расширяемого модуля. Расширяемый модуль – это часть объекта метаданных (в данном случае документа «Реализация товаров и услуг»), которую необходимо как-либо модифицировать или дополнить в расширении. Директивы «Вызывать перед» / «Вызывать после» указывают компилятору, что необходимо выполнять компиляцию процедур и функций из расширения перед/после выполнения этих же процедур, либо функций из типового решения. Данные типы вызова подходят, в случаях, когда необходимо добавить некоторую новую логику, не внося изменения в существующую. Типы вызова «Вызывать вместо» и «Вызывать вместо (с контролем)» выполняют процедуры и функции из расширения полностью замещая расширяемые процедуры и функции. Директива «Вызывать вместо (с контролем)» дополнительно контролирует все последующие внесения изменений в код расширяемого модуля.

В соответствии с описанным выше, для текущей задачи подходит директива «Вызывать после. После выбора директивы система автоматически объявит новую процедуру в модуле расширения документа «Реализация товаров и услуг», куда необходимо внести нужную нам логику (Рис.5).

```

«После ("ДобавитьКомандыПечати")
□ Процедура Расш1_ДобавитьКомандыПечати (КомандыПечати)

    // Расходная накладная
    КомандаПечати = КомандыПечати.Добавить ();
    КомандаПечати.Идентификатор = "НоваяНакладная";
    КомандаПечати.Представление = НСтр("ru = 'Расходная накладная (новая) '");
    КомандаПечати.Обработчик = "УправлениеПечатьюЕККлиент.ВыполнитьКомандуПечати";
    КомандаПечати.ПроверкаПроведенияПередПечатью = НЕ ПользователиЕКВызовСервераПовтИсп.РазрешитьПечатьНепроведенныхДокументов ();
    КомандаПечати.Порядок = 50;

- КонецПроцедуры

«После ("Печать")
□ Процедура Расш1_Печать (МассивОбъектов, ПараметрыПечати, КоллекцияПечатныхФорм, ОбъектыПечати, ПараметрыВывода)

    Если УправлениеПечатью.НужноПечататьМакет (КоллекцияПечатныхФорм, "НоваяНакладная") Тогда
        УправлениеПечатью.ВывестиТабличныйДокументВКоллекцию (
            КоллекцияПечатныхФорм,
            "НоваяНакладная",
            НСтр("ru = 'Расходная накладная (новая) '"),
            ПечатьНовойНакладной (МассивОбъектов, ОбъектыПечати),
            ,
            "Документ.РеализацияТоваровУслуг.НоваяНакладная");
    КонецЕсли;

- КонецПроцедуры

```

Рисунок 5 – Расширенный модуль менеджера документа «Реализация товаров и услуг».

Расширенная процедура «ДобавитьКомандыПечати» отвечает за добавление новой печатной формы в список доступных клиенту. Процедура «Печать» выполняется после выбора пользователем печатной формы из списка и запускает процедуру формирования и вывода печатной формы пользователю. Логика формирования печатной формы описывается в вызываемой функции «ПечатьНовойНакладной».

Для того чтобы сохранить изменения, внесенные в созданное расширение необходимо нажать клавишу «F7». По умолчанию, в момент создания расширения, оно автоматически становится активным и для просмотра результата работы расширения необходимо просто зайти в клиентское приложение «1С: Предприятие», где в списке доступных печатных форм должна появиться новая с именем «Расходная накладная(новая)» (Рис. 6).

## Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»

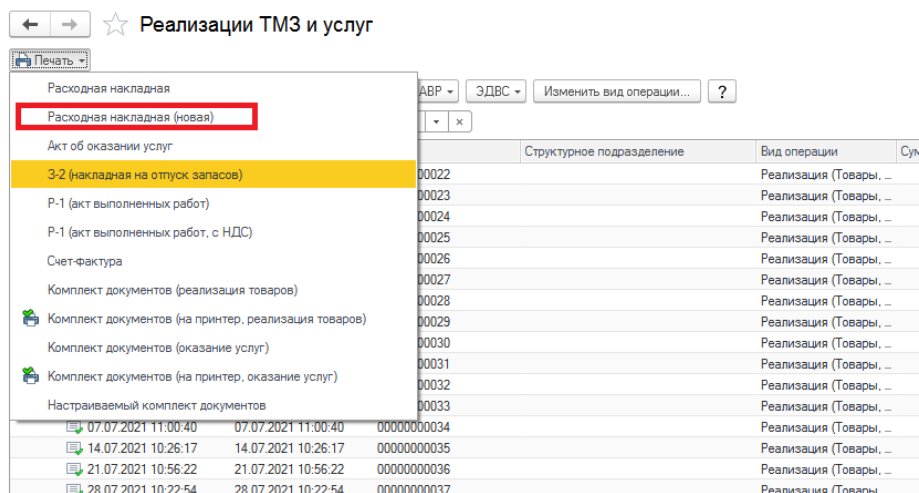


Рисунок 6 – Дополнительная накладная в списке доступных печатных форм.

Расширения, на данный момент являются передовым инструментом в области адаптации прикладных решений и используются практически во всех областях программирования на базе платформы «1С: Предприятие 8.3». Также расширения облегчают процесс исправления ошибок, при их наличии в типовых релизах прикладных решений. Основное же назначение расширений – это возможность дорабатывать конфигурацию клиентов, базы данных которых располагаются в облачном сервисе «1С: Fresh» Благодаря разработчикам компании «1С», область применения расширений постоянно увеличивается, что соответствует мировой тенденции на переход к функционированию бизнеса в облаке.

### Список литературы

- 1 Радченко, М. Г. «1С:Программирование для начинающих. Детям и родителям, менеджерам и руководителям. Разработка в системе «1С:Предприятие 8.3» / М. Радченко. — 1-е изд. — Москва : "Самиздат", 2017. — 781 с. — Текст : непосредственный.
- 2 Радченко, М. Г. 1С:Предприятие 8.3. Практическое пособие разработчика. Примеры и типовые приемы. / М. Г. Радченко, Е. Ю. Хрусталёва. — 2-е изд. — Москва : "Самиздат", 2020. — 965 с. — Текст : непосредственный.
- 3 Хрусталёва, Е. Ю. Разработка сложных отчетов в «1С:Предприятии 8». Система компоновки данных». / Е. Ю. Хрусталёва. — 3-е изд. — Москва : "Самиздат", 2019. — 458 с. — Текст : непосредственный.
- 4 Хрусталёва, Е. Ю. Технологии интеграции 1С:Предприятия 8.3 / Е. Ю. Хрусталёва. — 1-е изд. — Москва : "Самиздат", 2021. — 503 с. — Текст : непосредственный.
- 5 Яковлев, А. В. Автоматизация раздельного учета / А. В. Яковлев. — 1-е изд. — Москва : "Самиздат", 2019. — 332 с. — Текст : непосредственный.
- 6 Разработка интерфейса прикладных решений на платформе «1С:Предприятие 8» / Е. Ю. Хрусталева, А. В. Островерх, В. А. Ажеронок, М. Г. Радченко. — 2-е изд. — Москва : "Самиздат", 2018. — 902 с. — Текст : непосредственный.
- 7 Хрусталева, Е. Ю. Расширения конфигураций. Адаптация прикладных решений с сохранением поддержки в облаках и на земле. Разработка в системе «1С:Предприятие 8.3». / Е. Ю. Хрусталева. — 2-е изд. — Москва : "Самиздат", 2018. — 287 с. — Текст : непосредственный.
- 8 Харитонов, С. А. Секреты профессиональной работы с «1С:Бухгалтерией 8» (редакция 3.0). / С. А. Харитонов, Д. В. Чистов. — 2-е изд. — Москва : "Самиздат", 2016. — 433 с. — Текст : непосредственный.

**Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»**

9 Пятов, М. Л. Бухгалтерский учет для принятия управленческих решений / М. Л. Пятов. — 1-е изд. — Москва : "Самиздат", 2018. — 268 с. — Текст : непосредственный.

10 Методическое пособие по эксплуатации крупных информационных систем на платформе «1С:Предприятие 8». / А. А. Асатрян, А. Б. Голиков, Д. А. Морозов [и др.]. — 2-е изд. — Москва : "Самиздат", 2017. — 331 с. — Текст : непосредственный.

Р.А. Калиев, В.В. Яворский

**"1С: Кәсіпорын 8.3" платформасы базасында типтік конфигурациялардың кеңейтімдерін әзірлеу**

Бұл мақалада "1С: fresh" бұлтты ішкі жүйесіне арналған "1С: Кәсіпорын 8.3" платформасы негізінде Типтік конфигурациялардың кеңейтімдерін әзірлеудің негізгі кезеңдері мен нюанстары келтірілген. Өзектілік бизнесті есепке алу және іске асыру жүйелерінің жұмыс істеуін Интернетке аударуға ағымдағы әлемдік бағдарланумен негізделген. Есепке алуды бұлтқа орналастыру бизнестен соңғы пайдаланушыға қызметтердің қолжетімділігі мен ұтқырлығын қамтамасыз етеді. Осы мақалада сипатталған ақпаратты практикалық қолдану бұлтта жұмыс істейтін Бизнестің қажеттіліктері үшін "1С: Кәсіпорын 8.3" платформасы негізінде Типтік қолданбалы шешімдерді жетілдіру және бейімдеу саласында жатыр. Осы мақала аясында қазіргі уақытта ең танымал кеңейтімдердің бірі – баспа нысаны жасалды. Бұл кеңейту сатылған тауарлар мен қызметтерге құжаттаманы рәсімдеу және салық есептілігін рәсімдеу мәселесін шешеді. Кеңейтуден және типтік конфигурациядан кодты құрастырудың қадамдық процесі, кодты орындау тәртібін өзгерту әдістері және негізгі байланысты ұғымдар қарастырылады.

*Кілт сөздер:* 1С, кеңейтімдер, конфигурацияны қолдау, бұлт, өндірістік есеп, кәсіпорын, шот-фактура, типтік конфигурация, типтік шешім, баспа нысаны.

R.A. Kaliev, V.V. Yavorsky

**Development of extensions of standard configurations based on the 1С: Enterprise 8.3 platform**

This article describes the main stages and nuances of developing extensions of standard configurations based on the 1С: Enterprise 8.3 platform for the 1С: Fresh cloud subsystem. The relevance is due to the current global focus on transferring the functioning of accounting systems and business implementation to the Internet. Hosting accounting in the cloud ensures the availability and mobility of services from the business to the end user. The practical application of the information described in this article lies in the field of refinement and adaptation of standard application solutions based on the 1С: Enterprise 8.3 platform for the needs of a business operating in the cloud. Within the framework of this article, one of the most popular extensions at the moment has been developed – a printed form. This extension solves the problem with the preparation of documentation for the goods and services sold and the preparation of tax reports. The step-by-step process of compiling code from an extension and a typical configuration, methods of changing the order of code execution and the main related concepts are considered.

*Keywords:* 1С, extensions, configuration support, cloud, production accounting, enterprise, invoice, standard configuration, standard solution, printed form.

References

**Раздел 1. «Информационно-коммуникационные технологии»**

- 1 Radchenko, M. G. «1S:Programmirovanije dlja nachinajushhih. Detjam i roditeljam, menedzheram i rukovoditeljam. Razrabotka v sisteme «1S:Predpriyatije 8.3» / M. Radchenko. — 1-e izd. — Moskva : "Samizdat", 2017. — 781 c. — Tekst : neposredstvennyj.
- 2 Radchenko, M. G. 1C:Predpriyatije 8.3. Prakticheskoe posobie razrabotchika. Primery i tipovye priemy. / M. G. Radchenko, E. Ju. Hrustaljova. — 2-e izd. — Moskva : "Samizdat", 2020. — 965 c. — Tekst : neposredstvennyj.
- 3 Hrustaljova, E. Ju. Razrabotka slozhnyh otchetov v «1S:Predpriyatii 8». Sistema komponovki dannyh». / E. Ju. Hrustaljova. — 3-e izd. — Moskva : "Samizdat", 2019. — 458 c. — Tekst : neposredstvennyj.
- 4 Hrustaljova, E. Ju. Tehnologii integracii 1S:Predpriyatija 8.3 / E. Ju. Hrustaljova. — 1-e izd. — Moskva : "Samizdat", 2021. — 503 c. — Tekst : neposredstvennyj.
- 5 Jakovlev, A. V. Avtomatizacija razdel'nogo ucheta / A. V. Jakovlev. — 1-e izd. — Moskva : "Samizdat", 2019. — 332 c. — Tekst : neposredstvennyj.
- 6 Razrabotka interfejsa prikladnyh reshenij na platforme «1S:Predpriyatije 8» / E. Ju. Hrustaleva, A. V. Ostroverh, V. A. Azheronok, M. G. Radchenko. — 2-e izd. — Moskva : "Samizdat", 2018. — 902 c. — Tekst : neposredstvennyj.
- 7 Hrustaleva, E. Ju. Rasshirenija konfiguracij. Adaptacija prikladnyh reshenij s sohraneniem podderzhki v oblakah i na zemle. Razrabotka v sisteme «1S:Predpriyatije 8.3». / E. Ju. Hrustaleva. — 2-e izd. — Moskva : "Samizdat", 2018. — 287 c. — Tekst : neposredstvennyj.
- 8 Haritonov, S. A. Sekrety professional'noj raboty s «1S:Buhgalteriej 8» (redakcija 3.0). / S. A. Haritonov, D. V. Chistov. — 2-e izd. — Moskva : "Samizdat", 2016. — 433 c. — Tekst : neposredstvennyj.
- 9 Pjatov, M. L. Buhgalterskij ucheta dlja prinjatija upravlencheskih reshenij / M. L. Pjatov. — 1-e izd. — Moskva : "Samizdat", 2018. — 268 c. — Tekst : neposredstvennyj.
- 10 Metodicheskoe posobie po jekspluatácii krupnyh informacionnyh sistem na platforme «1S:Predpriyatije 8». / A. A. Asatryan, A. B. Golikov, D. A. Morozov [i dr.]. — 2-e izd. — Moskva : "Samizdat", 2017. — 331 c. — Tekst : neposredstvennyj



---

---

## **Раздел 3**

# **Технические науки и технологии**

**Раздел 3. «Технические науки и технологии»**DOI 10.53002/2022.2-2309-1177.11  
МРНТИ 44.31.31

Н.Н. Асабина

*Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан  
(e-mail: [n.assabina@ttu.edu.kz](mailto:n.assabina@ttu.edu.kz))***Исследование влияния режима чисто фосфатной щелочности на межкристаллитную коррозию металла паровых котлов**

Статья посвящена исследованию влияния режима чисто фосфатной щелочности на возникновение межкристаллитной коррозии металла паровых котлов. Рассмотрены условия осуществления данного режима, предполагающие использование как обычного тринатрийфосфата  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  кислых фосфатов - динатрийфосфат  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ , моонатрийфосфат  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ , а иногда фосфорной кислоты  $\text{H}_3\text{PO}_4$ . Также учитывается щелочное число *Щ* и фосфатное число *Ф* котловой воды с определенными условиями., приведены минимальные и максимальные значения *Щ* и *МО* при режиме чисто фосфатной щелочности котловой воды, дозировка фосфатов натрия при различной карбонатной жесткости питательной воды и дозировка фосфорнокислых реагентов при различной щелочности питательной воды.

*Ключевые слова:* Межкристаллитная коррозия, чисто фосфатный режим, котловая вода, тринатрийфосфат, фосфатное число, щелочное число, карбонатная жесткость.

*Введение*

Основными причинами, выводящими из строя металлические конструкции и теплоэнергетическое оборудование, а также усложняющими условия его эксплуатации, ежегодно являются коррозионные изменения. Пароперегреватели относятся к наиболее повреждаемым поверхностям нагрева **котла**. В процентном отношении это выглядит следующим образом: на долю пароперегревателей приходится до 56 % от общего числа повреждений; трубы топочных экранов до 17 % и прочие поверхности порядка 7 % [1]. Серьезная опасность межкристаллитной коррозии заключается в том, что трещины начинают углубляться в недоступных осмотру местах – в межшовном пространстве, зазорах между завальцованными концами труб и гнездами барабанов и коллекторов. Там коррозия начинает протекать с некоторым ускорением. В начальный период разрушение металла происходит очень медленно, а затем с течением времени скорость его резко возрастает и может принять катастрофические размеры. В практике эксплуатации известны случаи, когда этот процесс заканчивался взрывом котла [2]. Поэтому актуальным является защита и сохранение основного фонда металлических изделий и конструкций от прогрессирующего коррозионного изменения. Многочисленные исследования в данной области, позволяют своевременно и эффективно решать проблемы коррозии металла различных категорий котлоагрегатов, не обходя вниманием барабанные и прямоточные сверхкритического давления. Возникновения межкристаллитной коррозии зависит от состава котловой воды и механических напряжений металла.

*Основная часть*

Для нахождения путей снижения межкристаллитной коррозии, проводились исследования влияния различных режимов котловой воды на образование коррозионных трещин. Одним из способов снижения условий возникновения межкристаллитной коррозии является безнакипная работа котла,

### Раздел 3. «Технические науки и технологии»

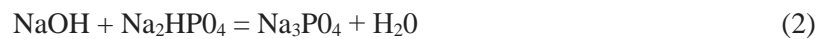
которую способен обеспечить чисто фосфатный режим. При этом исключается обработка котловой воды карбонатом натрия или едким натром, но с добавлением в воду фосфорнокислых солей натрия.

Для этой цели пригодны наряду с обычным тринатрийфосфатом  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  кислые фосфаты динатрийфосфат  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ , мононатрийфосфат  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ , а иногда фосфорная кислота  $\text{H}_3\text{PO}_4$  [3]. Исходя из таких показателей воды как щелочность и жесткость, производится выбор разного рода веществ или смесей ранее упомянутых реагентов.

В результате гидролиза тринатрийфосфата, который при данном режиме обязательно присутствует в котловой воде, наряду с щелочной реакцией среды поддерживается излишек ионов  $\text{PO}_4^{3-}$ , что в свою очередь предотвращает накипеобразование. В результате гидролиза тринатрийфосфата получается каустическая сода



С увеличением концентрации солей снижается степень их гидролиза, что обеспечивает адекватный уровень концентрации щелочи в контексте образования межкристаллитной коррозии. Поэтому происходящее в неплотностях котла упаривание воды, содержащей фосфатную щелочь, приводит к подавлению гидролиза и связыванию ранее образовавшегося едкого натра по реакции [3]



Вода полностью упаривается, получившийся в результате гидролиза  $\text{NaOH}$ - ликвидируется; в остатке лишь тринатрийфосфат — вещество, не представляющее опасности металлу. При поддержании подобного режима, обладающего чисто фосфатной щелочностью, обеспечивается невозможность скопления высокого уровня гидроксида натрия. При этом фосфат натрия покрывает поверхности металла тонкой устойчивой к коррозии пленкой с целью предотвращения межкристаллитной коррозии металла.

#### Результаты и обсуждения

Условия осуществления режима. При осуществлении режима чисто фосфатной щелочности щелочное число  $\text{Щ}$  (щелочность котловой воды по фенолфталеину в пересчете на  $\text{NaOH}$ , мг/л) и фосфатное число  $\Phi$  котловой воды должны соответствовать содержанию в ней только тех или иных солей фосфорной кислоты при полном отсутствии избыточной щелочи [3]. При этом наблюдается следующее отношение

$$\frac{[\text{NaOH}]}{\text{PO}_4^{3-}} = \frac{40}{95} = 0,42 \quad (3)$$

или

$$\text{Щ} = 0,42 \Phi \quad (4)$$

Вычисляя таким образом допустимое ЩЧ для определенного режима котловой воды, принимаем во внимание низший предел  $\text{Щ} = 9$  мг/л. Такое значение приводит к невозможности накипеобразования, так как рН фосфатного раствора при этом составляет 10. При данном  $\text{Щ}$  при  $\Phi > 22$  мг/л  $\text{PO}_4^{3-}$ , минимизируется содержание гидроксида натрия. Со временем эксплуатация котлов в режиме «нулевой каустической» щелочности, произойдет уточнение указанной минимальной составляющей щелочного числа котловой воды.

Контроль режима чисто фосфатной щелочности часто приходится вести не по щелочному числу, а по общей щелочности котловой воды, пересчитанной на едкий натр. Так, котловая вода котлов среднего (тем более низкого) давления, а также вода чистых отсеков котлов со ступенчатым испарением любых давлений обычно содержит помимо едкого натра также соду, то есть не только ионы  $\text{OH}^-$ , но и ионы  $\text{CO}_3^{2-}$ . В некоторых случаях котловая вода содержит не  $\text{NaOH}$ , а только соду и бикарбонат натрия (ионы  $\text{CO}_3^{2-}$  и  $\text{HCO}_3^-$ )[4].

### Раздел 3. «Технические науки и технологии»

**Режим** чисто фосфатной щелочности, предполагает поддержание в котловой воде повышенных значений фосфатного числа, а именно:

- 1) для котлов без ступенчатого испарения - от 30 до 50 мг/л  $\text{PO}_4^{3-}$ ;
- 2) для соленых отсеков со ступенчатым испарением от 50 до 70 мг/л  $\text{PO}_4^{3-}$  (при кратности упаривания воды между отсеками около 3).

При большей кратности упаривания концентрация избыточных фосфатов в соленых отсеках должна возрасти еще более во избежание нарушения режима в чистых отсеках. При указанных концентрациях фосфатов в котловой воде создаются достаточно благоприятные условия для выпадения накипеобразователей в виде шлама; кроме того, облегчается соблюдение режима вследствие расширения диапазона допустимых значений щелочности котловой воды [5].

В процессе эксплуатации котла могут установиться различные соотношения между значениями  $\Phi$  и  $\Psi$  или  $MO$ , выраженными в миллиграммах на литр соответственно  $\text{PO}_4^{3-}$  и  $\text{NaOH}$ .

1. Если  $\Psi > 0,42\Phi$ ;  $MO > 0,84\Phi$ , то в этом случае наряду с  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  в котловой воде содержится избыточный гидроксид натрия, то есть режим чисто фосфатной щелочности котловой воды не выдерживается.

2. Если  $\Psi = 0,42\Phi$ ;  $MO = 0,84\Phi$ , то в котловой воде содержится лишь  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ . Безопасность такой воды в отношении межкристаллитной коррозии металла уже отмечалась выше. Однако подобный режим поддерживается на практике с большим трудом, так как указанное соотношение между  $\Psi$  и  $\Phi$  легко нарушается.

3. Если  $\Psi < 0,42\Phi$ ;  $MO < 0,84\Phi$ , то котловая вода содержит  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ , или  $\text{NaN}_2\text{PO}_4$ , либо смесь этих фосфатов. Такой режим гарантирует отсутствие межкристаллитной коррозии металла, но не обеспечивает предотвращения накипеобразования в котле.

4. Если  $\Phi > 22$  мг/л  $\text{PO}_4^{3-}$  то  $9 < \Psi < 0,42\Phi$ .

Эти соотношения соответствуют оптимальному режиму чисто фосфатной щелочности котловой воды, который гарантирует одновременно отсутствие межкристаллитной коррозии металла и накипеобразования в котле. При этом щелочность котловой воды находится между минимально и максимально допустимыми пределами ее значения, рассмотренными выше. В таблице 1 приведены величины  $\Phi$ ,  $MO$  и  $\Psi$ , характеризующие условия осуществления режима чисто фосфатной щелочности котловой воды [5].

Таблица 1 - Минимальные и максимальные значения  $\Psi$  и  $MO$  при режиме чисто фосфатной щелочности котловой воды

Концентрация фосфатов $\Phi$ , мг/л $\text{PO}_4^{3-}$	Минимальное значение		Максимальное значение	
	Щелочного числа $\Psi$ , мг/л $\text{NaOH}$	Общей щелочности, мг/л $\text{NaOH}$	Щелочного числа $\Psi$ , мг/л $\text{NaOH}$	Общей щелочности, мг/л $\text{NaOH}$
30	9,0	22,0	13,0	26,0
35	9,0	22,0	14,7	29,4
40	9,0	22,0	16,8	33,5
45	9,0	22,0	19,0	38,0
50	9,0	22,0	21,0	42,0
55	9,0	22,0	23,0	46,0
60	9,0	22,0	25,0	50,0
65	9,0	22,0	27,0	54,0
70	9,0	22,0	30,0	60,0
75	9,0	22,0	32,0	64,0

Анализируя данные, делаем вывод: при одинаковом количестве  $\Phi$ -  $\text{PO}_4^{3-}$  наблюдаются изменения  $\Psi$  воды, что даже при повышенных значениях  $\Phi$  упрощает реализацию данного режима.

### Раздел 3. «Технические науки и технологии»

Такие значения группы фосфатов помогают убрать щелочь, вносимую с питательной водой. И даже если жесткая вода в качестве охлаждающей не присутствует в конденсаторах турбин, реализация режима чисто фосфатной щелочности обеспечивается добавлением только тринатрийфосфата.

При карбонатной жесткости питательной воды,

$$J_k = 0,038 \text{ Щ}/J_k, \quad (5)$$

где  $J_k = 100/p$ ;

$p$  - продувка котла в процентах от его паропроизводительности) добавка в виде динатрийфосфата успешно справиться с реализацией данного режима.

Смесь данных веществ обеспечивает средний показатель  $J_k$ , но при его повышении требуется добавление  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  или даже  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ .

Таблица 2 - Дозировка фосфатов натрия при различной карбонатной жесткости питательной воды

Карбонатная жесткость питательной воды, мг-экв/л	Дозируемый реагент	Концентрация $\text{PO}_4^{3-}$ мг/л	Дозировка фосфатов, мг/л
Практически полное отсутствие	$\text{Na}_3\text{PO}_4$	2,47	4,27
0,038	$\text{Na}_2\text{HPO}_4$	3,71	5,60
0,154	$\text{NaH}_2\text{PO}_4$	7,43	9,37

В таблице 2 указано количество дозировки различных фосфатов в питательную воду с учетом ее карбонатной жесткости (некарбонатная жесткость для данных вычислений не учитывалась). Расчет выполнен при условии 20- кратного упаривания котловой воды при наличии в ней  $50 \text{ мг/л PO}_4^{3-}$  [6].

Таблица 3- Дозировка фосфорнокислых реагентов при различной щелочности питательной воды.

Щелочность МО, мг-экв/л	Дозируемый реагент	Дозировка, мг/л
Практически полное отсутствие	$\text{Na}_3\text{PO}_4$	4,27
0,0423	$\text{Na}_2\text{HPO}_4$	3,86
0,053	$\text{NaH}_2\text{PO}_4$	3,14
0,0780	$\text{H}_3\text{PO}_4$	2,60

В таблице 3 приведены вычисленные значения дозировки фосфатных реагентов при наличии в питательной воде щелочей и практически полном отсутствии жесткости; остальные условия те же, что и для таблицы 2.

#### Выводы

Таким образом, добавление в котловую воду кислых фосфатов натрия дает возможность осуществления данного режима, несмотря на существенность жесткой воды из конденсаторов турбин (таблица 2). Здесь большую проблему создаёт попадание едкого натра (таблица 3).

К срыву реализации и поддержания режима «нулевой каустической» щелочности могут привести небольшие попадания дистиллированной воды или загрязненных продуктов ее испарения.

### Раздел 3. «Технические науки и технологии»

Трудность реализации режима чисто фосфатной щелочности, заключается в том что, на электростанциях используется вода с переменным составом, с колеблющимися показателями карбонатной жёсткости, щелочности и окислов железа. В частности при попытке организации данного режима на одной из электростанций, это не удалось, даже при добавлении мононатрийфосфата, в связи с частым загрязнением добавочного дистиллята щелочью.

#### Список литературы

- 1 Коррозия труб пароперегревателей паровых котлов ТЭС. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://tesiaes.ru/?p=10365>
- 2 Васильев А.А., Дромиади А.А. и др. Межкристаллитная коррозия и её развитие на основных элементах котла на примере парового двухбарабанного котла типа ДЕ-25-24-380-ГМО//Научные труды КубГТУ, №9, 2015.
- 3 З.Глазырин С. А., Глазырина Н. С., Асабина Н. Н. Металл бу қыздырғыш қазандардың аса жоғары параметрлердегі интер-кристаллия коррозиясын азайту жолдары// Вестник ПГУ №4, 2017. 130-141с.
- 4 Акользин П.А. Предупреждение коррозии металла паровых котлов.М., «Энергия», 1975. -296с.
- 5 Акользин А.П. Контроль коррозии металла котлов. - М.: Энергоатомиздат, 1994. -240с.
- 6 Энциклопедия по машиностроению XXL. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://mash-xxl.info/info/168402/>

Н.Н.Асабина

#### Таза фосфатты сілтілік режимінің бу қазандықтары металының кристалл аралық коррозиясына әсерін зерттеу

Мақала таза фосфат сілтілігі режимінің бу қазандықтары металының кристалл аралық коррозиясының пайда болуына әсерін зерттеуге арналған. Бұл режимді жүзеге асыру шарттары қарапайым  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  тризодий фосфаты ретінде қышқыл фосфаттарды -  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  динатрий фосфатын,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  моносолифосфатын, кейде  $\text{H}_3\text{PO}_4$  фосфор қышқылын қолдануды қарастырады. Сондай-ақ, Щ сілтілік саны және белгілі бір жағдайлары бар қазандық суының Ф фосфат саны ескеріледі. Қазандық суының таза фосфатты сілтілік режимі кезінде Щ және МО минималды және максималды мәндері, қоректік судың әртүрлі карбонатты кермектігі кезінде натрий фосфаттарының мөлшері және қоректік судың әртүрлі сілтілігінде фосфор қышқыл реагенттерінің мөлшері келтірілген.

*Түйінді сөздер:* Кристаллаларлық коррозия, таза фосфат режимі, қазандық суы, тринатрийфосфат, фосфат саны, сілтілік сан, карбонатты кермектік.

N.N. Asabina

#### Investigation of the effect of the pure phosphate alkalinity regime on the intercrystalline corrosion of steam boiler metal

The article is devoted to the study of the influence of the regime of pure phosphate alkalinity on the occurrence of intergranular corrosion of the metal of steam boilers. The conditions for the implementation of this mode are considered, which involve the use of acid phosphates, disodium phosphate  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ , monosodium phosphate  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ , and sometimes phosphoric acid  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , as usual trisodium phosphate  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ . It also takes into account the alkaline number A and the phosphate number F of the boiler water under certain conditions. water.

*Key words:* Intergranular corrosion, pure phosphate mode, boiler water, trisodium phosphate, phosphate

**Раздел 3. «Технические науки и технологии»**

number, base number, carbonate hardness.

## References

- 1 Korroziya trub paroperegrevatelej parovy`kh kotlov TE`S. [E`lektronny`j resurs]. Rezhim dostupa: <https://tesiaes.ru/?p=10365>
- 2 Vasil`ev A.A., Dromiadi A.A. i dr. Mezhkristallitnaya korroziya i eyo razvitie na osnovny`kh e`lementakh kotla na primere parovogo dvukhbarabannogo kotla tipa DE-25-24-380-GMO//Nauchny`e trudy` KubGTU, #9, 2015.
- 3 Glazy`rin S. A., Glazy`rina N. S., Asabina N. N. Metall bu ky`zdy`r`y`sh kazandardy`n asa zho`ary` parametrlerdegi` inter-kristalliya korroziyasy`n azajtu zholdary`// Vestnik PGU #4, 2017. 130-141s.
- 4 Akol`zin P.A. Preduprezhdenie korrozii metalla parovy`kh kotlov.M., «E`nergiya», 1975. -296s.
- 5 Akol`zin A.P. Kontrol` korrozii metalla kotlov. - M.: E`nergoatomizdat, 1994. -240s.
- 6 E`ncziklopediya po mashinostroeniyu XXL. [E`lektronny`j resurs]. Rezhim dostupa: <https://mash-xxl.info/info/168402/>

**Раздел 3. «Технические науки и технологии»**

DOI 10.53002/2022.2-2309-1177.12  
 МРНТИ 67.03.03  
 УДК 624.132

Б.А. Базаров<sup>1</sup>, А.Н. Конакбаева<sup>1</sup>, А.В. Мезенцева<sup>1</sup>, Р.В. Геворкян<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан  
 (E-mail: r.gevorkyan@ttu.edu.kz)

**Өңделетін аумақтардағы үшбұрышты пішінді іргетас құрылымының бір бұрышын созылу аймағында орналастырумен ғимарат арқалығын тензометриялық зерттеу**

Бұл мақалада көлденең созылу деформациялары бар жартылай өңделген аудандардағы үшбұрышты пішінді Іргетастардың жұмысының модельдік зерттеулері қарастырылады. Жұмыстың мақсаты пайдалы қазбаларды игеру кезінде топырақ қабатының көлденең деформацияларын дамыту кезінде зерттелетін Іргетастардың өңделген негіздерінің жүк көтергіштігін сенімді бағалаудың теориялық және практикалық негіздерін құру болып табылады. Осы мақсатқа жету үшін сандық және зертханалық модельдеу әдістерінің тіркесімі қажет болды. Көптеген зерттеулер тау массивінің жылжуы мен жер бетінің деформациясының тау-геологиялық және тау-кен техникалық жағдайларына тәуелділігін анықтауға мүмкіндік берді. Бұл мақаланың негізгі идеясы жер бетінің көлденең деформацияларының жұмыс процесінде топырақ негіздерінің жүк көтергіштігінің өзгеруін болжау кезінде Іргетастардың үшбұрышты құрылымының мінез-құлқына әсер ету заңдылықтарын қолдану болып табылады. Зертханалық жағдайда зерттелетін іргетастың өңделетін негізмен өзара әрекеттесуін анықтау үшін зерттелетін Іргетастардың модельдерімен тензометриялық эксперименттер жүргізілді.

*Түйін сөздер:* модельдеу, үшбұрышты пішінді іргетастар, өңделетін аумақтар, көлденең созылу деформациясы, эквивалентті материал, топырақ іргетасы, тензорометрлік зерттеулер.

Көмір қабаттарын игеру кезінде, тіпті үлкен тереңдікте де, жер беті өзгереді, нәтижесінде тау-кен қазбаларының үстінде орналасқан ғимараттар мен құрылыстар деформацияға немесе бұзылуға ұшырайды. Ғимараттар мен құрылыстардың ықтимал зақымдануы мен бұзылуын болдырмау үшін қорғау шараларының үш түрі қолданылады – ұйымдастырушылық, құрылымдық-құрылыстық және тау-кен-техникалық.

Қосымша өңдеудің ғимарат пен құрылысқа зиянды әсерін арнайы құрылымдық-құрылыс шараларын жүргізу арқылы едәуір төмендетуге болады, оларға мыналар жатады: монолитті темірбетоннан немесе арматуралық болаттан жасалған көлденең белдіктердің құрылысы, ғимараттың кейіннен туралау мүмкіндігін ескере отырып іргетастардың құрылысы-бөлікке, ғимараттарды бөліктерге бөлу және т. б. Өңделетін аумақтардағы ғимараттарды қорғаудың құрылымдық және құрылыс шараларын дұрыс таңдау үшін, оларға жер бетінің деформацияларының әсеріне байланысты деформацияланатын негіздердің жүк көтергіштігі мен икемділігін нақты болжау үлкен рөл атқарады.

Құрылымдық іргетастардың қолданыстағы түрлерін талдау негіздерді фундаменттеудің дәстүрлі формаларының оларды игерілген аумақтарда пайдалану кезінде бірқатар кемшіліктері бар екенін көрсетеді.

Жоғарыда айтылғандарға байланысты жер бетіндегі көлденең деформациялардың әсерін жер үсті конструкцияларына зиян келтірместен қабылдайтын ғимараттар мен құрылыстардың оңтайлы іргетастық конструкцияларын әзірлеу қажеттілігі туындайды [1].

Жұмыстың мақсаты-өңделген аумақтарда топырақ қабатының көлденең созылу деформацияларын дамыту кезінде үшбұрышты негіздердің жартылай өңделген негіздерінің жүк көтергіштігін сенімді бағалаудың теориялық және практикалық негіздерін құру.



### Раздел 3. «Технические науки и технологии»

Отандық және шетелдік ғалымдар жүргізген құрылыс конструкциялары мен құрылыстары саласындағы кең теориялық және эксперименттік зерттеулер олардың жұмысындағы нақты құрылымдарды есептеуге таза теориялық көзқарасты қиындататын бірқатар ерекшеліктерді көрсетеді.

Қолданыстағы зерттеу әдістерін жетілдірумен қатар, қазіргі уақытта ғылым мен техниканың барлық салаларында кеңінен қолдануға үлкен мүмкіндіктері бар модельдеу әдісін әзірлеу және одан әрі дамыту өзекті мәселе болып табылады.

Инженерлік құрылымдарда модельдеуді қолдану теориясы мен практикасы осы әдістің үлкен мүмкіндіктерін және әсіресе есептеу теориясы әлі дамымаған жаңа, күрделі, ерекше және жауапты құрылымдар мен құрылымдарды жобалаудағы тиімділігін көрсетеді. Кейбір жағдайларда модельдеу әдістерін қолдану көп еңбекті қажет ететін және қымбат тұратын заттай зерттеулерді жеңілдетуге немесе толығымен алып тастауға және соның арқасында зерттеу құнын 5-10 есе азайтуға мүмкіндік береді.

Ғимараттар мен құрылыстарды жобалаудағы маңызды кезең-бұл жүктемені қабылдайтын ғимарат элементтеріндегі деформацияларды, кернеулер мен қозғалыстарды анықтау.

Бұл міндеттердің күрделілігі, әсіресе жобалау кезінде, серпімділік пен икемділік теориясының заманауи сандық әдістерінің жоғары тиімділігіне қарамастан, эксперименттік зерттеулерді қажет етеді. 3 маңызды қиындықтар, мысалы, материал күйінің теңдеулерін белгілеу және күш пен басқа да әсерлердің күрделі үйлесіміне ұшырайтын құрылымдық элементтердің шекті күйін бағалау кезінде пайда болады, бұл уақыт өте келе деформациялар мен зақымданулардың жиналуына әкеледі.

Ол ерекше қасиеттерге ие және электротензометрия адамның техникалық қызметінің барлық салаларында кеңінен қолданылады - механикалық шамаларды электрлік өлшеу әдістері деп аталады: деформациялар, күштердің қозғалысы, қысым, шамадан тыс жүктеме моменттері, жиіліктер. Құрылыс саласында қысыммен электротензометрия құрылыс бөлшектері мен элементтерінің ҚҚС талдау мақсатында қолданылады. Тензоөлшеуді ерекше жағдайларда, мысалы, жоғары немесе төмен температураларда, жылу кернеуін өлшеуді қоса алғанда; жоғары вакуум, радиация жағдайларында, жарылыстар мен сейсмикалық процестер кезінде жүргізеді; абсолютті нөлге жақын криогендік температура жағдайында және т. б.

Электротензометрия электр өлшеу техникасының барлық артықшылықтарына тән. Өлшеу сигналдары құжаттау немесе кейіннен өңдеу мақсатында жазу үшін тікелей есептеу үшін немесе оқиға кезінде тікелей реттеу процестері үшін белгіленген шама ретінде қолданылады. Сондай-ақ, күрделі, басқарылатын компьютерлік сынақтарды жүргізуге болады.

#### *Тензометриялық Арқалық түріндегі ғимарат модельдерімен эксперименттік зерттеулер*

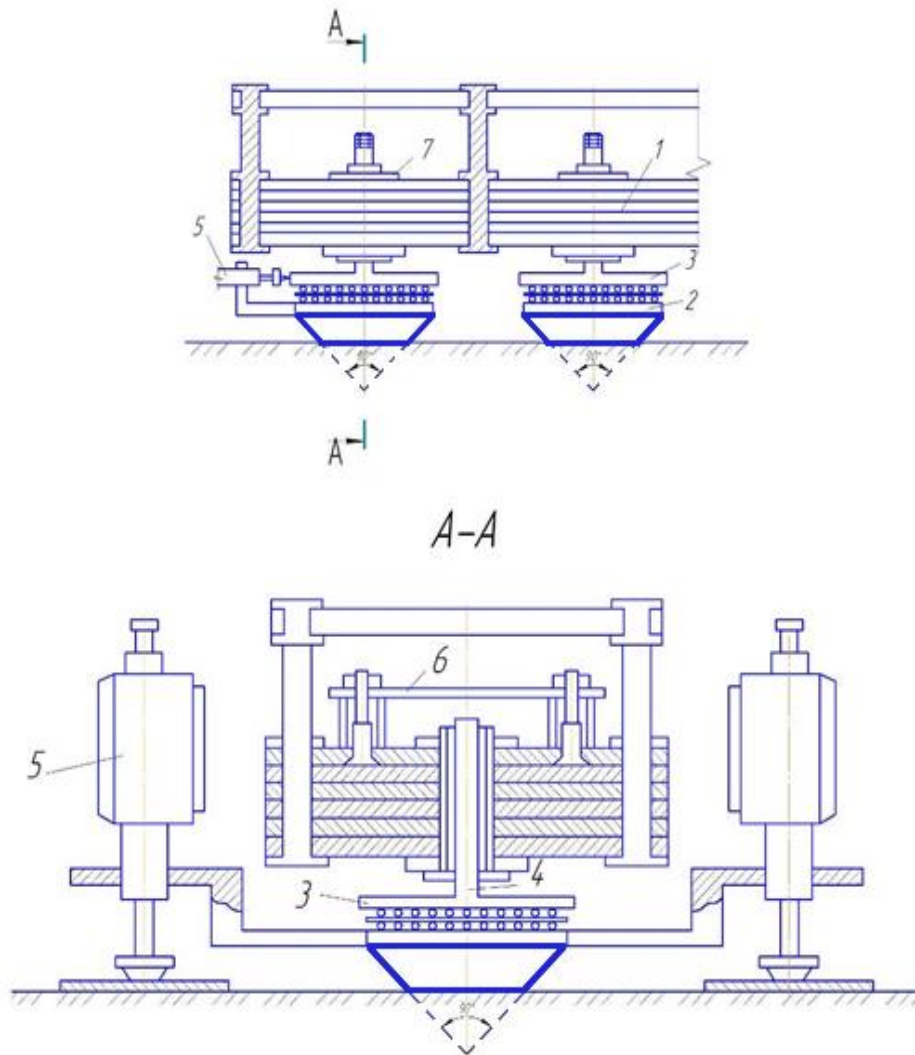
"Құрылыс - негіз" жүйесінің бірлескен жұмысын қарау кезінде ғимарат (құрылыс) бір өлшемді сәулелік схемаға келтірілді. Ғимараттың сәулелік моделі арнайы әзірленген тензометриялық сәулемен ұсынылды, оның жобасы ғимарат моделінің қатаң сипаттамаларын өзгертуге, табанының бойымен қалыпты байланыс қысымын өлшеуге, ғимарат моделінің әртүрлі бөліктерінің шөгуін (кесілуін) бекітуге мүмкіндік берді. Тензометриялық сәуленің схемасы 1-суретте көрсетілген.

Модельдік арқалық  $E = 0,71 \cdot 10^8 \text{ Н*см}^2$  серпімді модулі бар дюралюминийден жасалған 1 пластиналар пакеті түрінде жасалды және әр пластинаның өлшемі 45 \*6 см. Пакетке жиналған тақталар 13 нүктеде 7 бұрандалы қосылыстармен бір-біріне мықтап бекітілді, бұл олардың өзара тайып кетуін болдырмады және модельдің қажетті қаттылығын қамтамасыз етті. Ғимараттың сәулелік моделінің жалпы қаттылығы пакеттегі тақталар санына байланысты. Айта кету керек, тензометриялық сәуленің дизайны  $2,1 \cdot 10^8 \text{ Н*см}^2$ -ге тең иілу қаттылығын бере алады.

Ұсынылған іргетастардағы ұзындығы 18,0 м ғимарат (бөлік) модельденген объект ретінде қабылданды. Тензометриялық сәуленің дизайны кең диапазонда қатаң параметрлердің өзгеруіне мүмкіндік бергендіктен, эксперименттердің әр сериясында тұрақты ұзындықтағы ғимараттың жұмысы зерттелді, бірақ тұрақты иілу қаттылығы бар (сурет 1).

Модель параметрлерінен табиғатының параметрлеріне және керісінше, модельдеу кезінде ауысу бұрын алынған критерийлер негізінде ұқсастықтың сызықтық теориясын қатаң сақтауға негізделген. Диаметрі 3 мм жеті тірек тақтайшасы бар арқалық 1 зерттелетін іргетастарға 2 сүйенді (сурет 1). 3 тірек тақталары 4 болат аяқтары арқылы 6 өлшеу арқалықтарына, оларға жүктеме ұяшықтары жабыстырылған қалыпты қысым жасады.

**Раздел 3. «Технические науки и технологии»**



Сурет 1. 90<sup>0</sup> кесу бұрышы бар конустық пішінді іргетастар үшін түпкілікті өзгертін иілу қаттылығы  $2,1 \cdot 10^8 \text{ Н} \cdot \text{см}^2$  болатын модельдік тензометриялық сәуленің схемасы

Қазіргі уақытта КарИУ кафедрасында қазбалы аумақтардағы пайдалану сипаттамаларын, атап айтқанда үшбұрышты пішінді іргетастарды анықтау мақсатында зертханалық жағдайда бірегей эксперименттер жүргізілуде [2].

Қолданылған әдебиеттер тізімі

- 1 Жусупбеков А.Ж. Строительные свойства оснований фундаментов сооружений на подрабатываемых территориях. – Ғылым - Алматы, 1996 г. - 127с.
- 2 Базаров Б. А. Моделирование работы перспективных конструкций фундаментов в условиях подработки угольных месторождений Карагандинского региона – Монография. ISBN 978-601-7160-95-1 ЕИТИ им. Акад. К. Сатпаева. Экибастуз. - 2017. – 135 с.

Б.А. Базаров, А.Н. Конакбаева, А.В. Мезенцева, Р.В. Геворкян

### Раздел 3. «Технические науки и технологии»

#### Тензометрические исследования балки – здания с расположением одного угла фундаментной конструкции треугольной формы в зоне растяжения на подрабатываемых территориях

В данной статье рассматриваются модельные исследования работы треугольных по форме фундаментов на подрабатываемых территориях при горизонтальных деформациях растяжения. Целью работы является создание теоретических и практических основ надежной оценки несущей способности подрабатываемых оснований исследуемых фундаментов при развитии горизонтальных деформаций грунтовой толщи при разработке полезных ископаемых. Для достижения поставленной цели потребовалось сочетание методов численного и лабораторного моделирования. Многочисленные исследования позволили установить зависимость сдвижения горного массива и деформаций земной поверхности от горно-геологических и горно-технических условий подработки. Основная идея данной статьи состоит в использовании закономерностей влияния горизонтальных деформаций земной поверхности на поведение треугольной конструкции фундаментов при прогнозе изменения несущей способности грунтовых оснований в процессе подработки. Для определения взаимодействия исследуемого фундамента с подрабатываемым основанием в лабораторных условиях были проведены тензометрические эксперименты с моделями исследуемых фундаментов.

*Ключевые слова:* Моделирование, треугольные по форме фундаменты, подрабатываемое основание, горизонтальные деформации растяжения, эквивалентный материал, грунтовое основание, тензометрические исследования.

B.A. Bazarov, A.N. Konakbayeva, A.V. Mezentseva, R.V. Gevorkyan

#### Strain–gauge studies of a beam - building with the location of one corner of a triangular-shaped foundation structure in the stretch zone on the undermining territories

This article discusses model studies of the work of triangular foundations in the form of mining areas with horizontal tensile deformations. The aim of the work is to create theoretical and practical foundations for a reliable assessment of the load-bearing capacity of the foundations under study during the development of horizontal deformations of the soil layer during the development of minerals. To achieve this goal, a combination of numerical and laboratory modeling methods was required. Numerous studies have made it possible to establish the dependence of the displacement of the mountain massif and the deformations of the earth's surface on the mining-geological and mining-technical conditions of mining. The main idea of this article is to use the regularities of the influence of horizontal deformations of the earth's surface on the behavior of the triangular structure of foundations when predicting changes in the bearing capacity of soil foundations in the process of mining. In order to determine the interaction of the investigated foundation with the base being under-mined on in the laboratory, strain-gauge experiments were carried out with models of the studied foundations.

*Key words:* Modeling, triangular foundations, undermining foundation, horizontal tensile deformations, equivalent material, soil foundation, strain gauge studies.

#### References

- 1 Zhusupbekov A.Zh. Construction properties of the foundations of the foundations of structures in the territories under construction. – Gylym - Almaty, 1996 - 127s.

**Раздел 3. «Технические науки и технологии»**

2 Bazarov B. A. Modeling of the work of promising foundation structures in the conditions of mining coal deposits of the Karaganda region – Monograph. ISBN 978-601-7160-95-1 EITI im. Akad. K. Satpayev. Ekibastuz. - 2017. – 135 p.

**Раздел 3. «Технические науки и технологии»**

DOI 10.53002/2022.2-2309-1177.13  
 МРНТИ 67.13.27  
 УДК 624.132

Б.А. БАЗАРОВ<sup>1</sup>, А.Н. КОНАКБАЕВА<sup>2</sup>, Т.П. СУЧИЛИНА<sup>3</sup>, И.Б. КАМАЛОВ<sup>4</sup>

*Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан  
 (E-mail: i.kamalov@ttu.edu.kz)*

**"АрселорМиттал Теміртау" АҚ "Саран" шахтасының № 3 ауданының скиптік оқпанының көмір көтергіш өм ғимаратының құрылыс конструкцияларының жай-күйін сараптамалық тексеру**

Бұл мақалада "АрселорМиттал Теміртау" АҚ "Саран" шахтасының №3 ауданының скиптік оқпанының көмір көтергіш өм ғимаратының құрылыс конструкцияларының техникалық жай-күйін нақты ұсынымдар бере отырып, егжей-тегжейлі тексерумен бағалау қарастырылады. Техникалық тексеру-конструкциялардың пайдалану сапасын, ғимараттар мен құрылыстарды жөндеу мен реконструкциялаудың орындылығын анықтау, авариялардың себептерін анықтау, конструкциялардың болашақта мінез-құлқын болжау мақсатында ғимараттар мен құрылыстардың конструкцияларын бақылауды, сынауды, талдауды және бағалауды қамтитын процесс. Тексеру жүргізудің мақсаты объектінің құрылыс конструкцияларының көтергіш қабілеті мен техникалық жай-күйін бағалау болып табылады. Мақалада техникалық тексеру әдістері, тексеру жұмыстарының тізімі мен кезеңдері анықталады. Қорытындыда конструкцияларды күшейту қажеттілігі туралы, сондай-ақ объектінің жай-күйіндегі берілген мерзімде болжанатын ықтимал өзгерістер, техникалық тексеруге берілген тапсырмаға сәйкес ғимаратты немесе құрылысты қайта жанарту туралы қорытынды беріледі.

*Түйін сөздер:* Ғимараттарды тексеру, құрылыс конструкцияларының ақаулары, құрылыс конструкцияларының техникалық жай-күйі, тозу дәрежесі, бақылау ұзақтығы, бұзылмайтын әдістермен сапаны бақылау.

Құрылыс инженері қызметіндегі құрылымдарды зерттеу мен сынаудың рөлі үлкен мәнге ие. Материалдарды сынау нәтижелері және құрылымдардың жұмысын зерттеу жобалаушыға материалдардың беріктігі мен қолданыстағы жүктемелер туралы белгілі бір ақпарат береді. Өнімдерді өндіруде сапаны аспаптық бақылау жүзеге асырылады, бұл өндіріс мәдениетін едәуір арттыруға мүмкіндік береді. Сынақ әдістері тасымалдау кезінде пайда болатын құрылымдардың жай-күйіндегі қосымша өзгерістерді анықтауға мүмкіндік береді. Дайын ғимараттар мен құрылыстарды жинақтауға және пайдалануға қабылдау кезеңінде олардың жай-күйі туралы объективті ақпаратты қазіргі заманғы өлшеу техникасын пайдалану кезінде ғана алуға болады.

Ғимараттар мен құрылыстарды пайдалану және қайта құру процесінде оларды тексеру қажеттілігі туындайды, бұл қазіргі уақытта заманауи жабдықты қолдана отырып жүзеге асырылады. Осылайша, "ғимараттар мен құрылыстарды зерттеу және сынауының" құрылыс материалдарының, конструкциялардың, ғимараттар мен құрылыстардың қасиеттері мен жағдайын бағалаудағы рөлі өте зор. Онда әртүрлі құрылыс объектілерінің жағдайын эксперименттік зерттеудің әдістері мен құралдары зерттеледі. Мақалада баяндалған материал оқырманның математика және физика, құрылыс материалдары және құрылыс механикасы саласында алған біліміне, сондай-ақ металл, темірбетон және тас конструкциялары, ағаш және пластмасса конструкциялары туралы біліміне негізделген.

Көптеген құрылымдардың күрделі жобалық схемалары бар, сондықтан олардың сенімділігін теориялық тұрғыдан жеткілікті сенімділікпен қамтамасыз ету өте қиын, кейде мүмкін емес, өйткені қарапайым құрылымдарда да, әдетте, жобалық схемалар зерттелетін құрылымның нақты жұмысын ішінара көрсетеді.

### Раздел 3. «Технические науки и технологии»

Адамзаттың басында, ешқандай теориялар мен есептеулер болмаған кезде, адамдар табиғат күштерімен көрінбейтін қақтығысқа түсетінін білмей, өздері үшін тұрғын үй салған, ал қарсыласу, ең алдымен, ауырлық күштерімен, олар құрылымға әсер етіп, ішкі күштерді жасайды, материалды бұзуға ұмтылатын, құрылымдағы бар күштерді бұзуға тырысатын күштер байланысы.

Егер құрылыс осы күштерді жеңе алса, құрылыс сәтті аяқталды. Әйтпесе, авариялар, тіпті үлкен апаттар болды. Сол кездегі құрылысшылар үшін жалғыз нұсқаулық әртүрлі құрылыстарды салу кезінде алған тәжірибесі болды. Тәжірибе, егер олар өз функцияларын қанағаттанарлық деңгейде орындаса, салынғаннан гөрі ұқсас немесе үлкенірек нысандарды салу мүмкіндігін ұсынды, ал авариялардың мысалдары қате шешімдердің қайталануынан және өлшемдердің ұлғаюынан сақтады.

Құрылыстарды тексеру мен сынаудың мақсаттары мен міндеттері

Қазіргі уақытта құрылыстың қарқынды дамуы - құрылыс өндірісінің тиімділігін түбегейлі арттыруға, шығарылатын өнім сапасын түбегейлі жақсартуға, пайдалану сенімділігі деңгейін арттыруға, шикізат ресурстарын ұтымды пайдалануға, әртүрлі мақсаттағы ғимараттар мен құрылыстарды есептеу, жобалау, салу және пайдалану үшін түбегейлі жаңа технологиялар мен әдістерді жасауға байланысты.

Қазіргі құрылыс ғылымы мен тәжірибесінде жетекші рөл тірек және қоршау құрылыс конструкцияларының жұмысын модельдеудің әртүрлі принциптерін кеңінен қолдануға негізделген эксперименттік зерттеу әдістеріне жатады.

Ғимараттар мен құрылыстарды техникалық тексеру оларды болжанатын реконструкциялауға, олардың пайдалану сапасына күмән туғызатын құрылыс конструкцияларының ақауларын анықтауға байланысты, ғимараттар мен құрылыстардағы апаттардан кейін, Құрылыс - монтаждау жұмыстарындағы ұзақ үзілістен кейін құрылысты қайта бастау кезінде жүргізіледі. Техникалық зерттеп-қарауды жүргізуге негіздеме техникалық зерттеп-қарауға арналған тапсырма болып табылады, онда: зерттеп-қарауды жүргізуге әдістемеленген уәждер, реконструкциялаудың мақсаты, реконструкциялаудан кейін шамамен жоспарланатын пайдалы жүктемелер, қолда бар пайдалы жүктемелер, жоспарлау шешімдері және реконструкциялаудан кейін пайдалану шарттары көрсетіледі. Тапсырмада сондай-ақ ғимаратты немесе құрылысты қайта жаңарту және жөндеу жөніндегі жұмысқа тарту болжанып отырған құрылыс ұйымдарының мүмкіндіктері туралы, оларда бар құрылыс материалдары, тетіктері және т. б. туралы деректерді келтірген жөн. Зерттеу басталғанға дейін тарихи кезеңдегі жобалау және құрылыс тәжірибесін, қолданылатын құрылымдық шешімдерді, құрылыс материалдарын зерттеу қажет, бұл зерттелетін ғимараттар мен құрылыстарды салу және пайдалану уақытын қамтиды. Әдетте зерттеу жұмыстары екі кезеңде жүзеге асырылады, яғни.:

- 1) алдын ала немесе жалпы тексеру;
- 2) егжей-тегжейлі тексеру.

Осы жобада егжей-тегжейлі тексеру құрылыс конструкцияларының техникалық жай-күйін бағалау үшін түпкілікті негізделген мәліметтерді жинау мақсатында жүргізіледі. Осы зерттеудің негізінде ғимараттар мен құрылыстарды қайта құру, сондай-ақ ақаулы құрылымдарды нығайту кезінде құрылымдық шешім таңдалады.

Объектінің пайдалану жай-күйіне жалпы баға берілетін, оны одан әрі пайдалану және құрылыс конструкцияларын бақылау жөніндегі ұсынымдар, сондай-ақ конструкцияларды күшейту жөніндегі ұсыныстар берілетін ғимаратты немесе құрылысты тексеру нәтижелері бойынша қорытынды жүргізілген техникалық тексерудің қорытындысы болып табылады. Құрылыс конструкцияларын зерттеу бойынша жұмыстарды орындау кезінде арнайы журналдарда алынған деректердің қатаң есебін жүргізу, әртүрлі жұмыс түрлеріне зерттеу актілерін ресімдеу, ақаулардың фотофиксациясын жүргізу қажет.

Ұзақ мерзімді бақылауларды олардың мақсаттары мен мазмұнына қарай зерттеу ұйымдары немесе пайдаланушы ұйымдардың күштері орындауға тиіс.

Жалпы зерттеулер барысында кірпіш пен бетонның беріктігін шамамен бағалау жүргізілді. Зерттеудің осы кезеңінде темірбетон конструкцияларының бетон қабаттарының бетінің беріктігін анықтауды ГОСТ 22690-88 сәйкес SKB Stroympribor IPS-MG4.03 және UK1401 материалдарының беріктігін өлшегіш жүргізді.

Жүргізілген аспаптық зерттеулердің негізінде ғимарат конструкцияларының жай-күйінің сипаттамасы нақтыланды.

### Раздел 3. «Технические науки и технологии»

Ғимараттың жай-күйі мен жұмысын бағалау орындалған жұмыстардың барлық түрлері бойынша тексеру кезінде алынған деректерді жан-жақты талдау арқылы жүргізіледі.

Тексеру кезінде табылған ақаулар мен конструкциялардың зақымдануы олардың ғимараттың көтергіштігіне, беріктігіне және пайдалану сапасына әсері тұрғысынан бағаланды.

Жүргізілген зерттеулердің материалдары бойынша, сондай-ақ ғимараттың нақты жай-күйін бағалау нәтижелері бойынша әрбір жағдайда құрылыс конструкцияларын қалыпты және қауіпсіз пайдалануды қамтамасыз ету жөніндегі шаралар әзірленеді.

Табылған ақаулар мен зақымданулардың сипатына, маңыздылығына және таралуына байланысты әр түрлі жөндеу жұмыстарын жүргізу, жекелеген элементтерді күшейту және т. б. көзделеді.

Ғимаратты тексеру нәтижелері техникалық қорытынды түрінде ресімделеді.

Қорытындыға сызбалар, схемалар, фотосуреттер және басқа да иллюстрациялық материалдар енгізіледі. Көмекші материалдар және т.б. қосымшаларда келтіріледі.

Егжей-тегжейлі зерттеулер негізінде құрылымдардың жай-күйінің сипаттамасы нақтыланады.

Конструкцияларды техникалық тексеру нәтижелері бойынша құрылыс конструкцияларының техникалық жай-күйін бағалау көтергіш қабілеті мен пайдалану жарамдылығы санаттары бойынша жүргізілді. Санаттар бойынша ғимараттар мен құрылыстардың конструкцияларын бағалау критерийлері ҚР ҚН сәйкес қабылданды 1.04-04-2002 "ғимараттар мен құрылыстардың техникалық жай-күйін тексеру және бағалау" визуалды және аспаптық тексерулер нәтижесінде анықталған зақымдар негізінде.

Бар ақаулар мен зақымдануларға байланысты құрылыс конструкцияларының техникалық жай-күйі олардың көтеру қабілеті мен пайдалану жарамдылығын сипаттайтын санаттар бойынша анықталады.

Ғимараттың темірбетон және тас конструкцияларының нақты жай-күйі ҚР ҚН Н.2 және Н.1 кестелеріне сәйкес құрылыс конструкцияларының техникалық жай-күйінің бес санаты бойынша бағаланды 1.04-04-2002:

#### ҚОРЫТЫНДЫЛАРЫ:

1. Көтергіш машина ғимараттарының тексерілген салмақ түсетін конструкцияларының басым бөлігі қанағаттанарлық жағдайда және ҚР ҚН сәйкес 1.04-04-2002, II санатты тас және темір-бетон және I санатты болат конструкциялары-жұмысқа қабілетті.

2. Көтергіш машина ғимараттары конструкцияларының бір бөлігі қанағаттанарлықсыз жағдайда болады және олардың пайдалану сенімділігін төмендететін зақымдары болады:

– отм +3,0 м-III санатты көтергіш машина іргетасының және жабынның учаскелері (шектеулі-жұмысқа қабілетті конструкциялар);

– ғимараттың сыртқы қабырғаларының кірпіш қалау учаскелері-III санат (шектеулі-жұмысқа қабілетті конструкциялар);

- қабырға панельдері) - III санат

(шектеулі жұмыс істейтін конструкциялар);

- темірбетон карнизді тақталар-III санат (шектеулі жұмыс істейтін құрылымдар).

3. Техникалық қорытындының ұсынымдарын сақтау және құрылыс конструкцияларын жөндеуге байланысты жұмыстардың орындалуына техникалық қадағалауды жүзеге асыру кезінде Қазақстан Республикасының қолданыстағы заңнамасына сәйкес "АрселорМиттал Теміртау" КД АҚ №3 ауданының көмір скипті оқпанының көтергіш машинасы ғимаратының көтергіш конструкцияларын қауіпсіз пайдалану мерзіміне кепілдік беріледі [1].

#### Қолданылған әдебиеттер тізімі

- 1 СН РК 1.04-04-2002 Обследование и оценка технического состояния зданий и сооружений. Издание официальное.

**Раздел 3. «Технические науки и технологии»**

Б.А. Базаров, А.Н. Конакбаева, Т.П. Сучилина, И.Б. Камалов

**Экспертное обследование состояния строительных конструкций здания ПМ угольного подъема скипового ствола района №3 Шахты «Саранская» АО «АрселорМиттал Темиртау»**

В данной статье рассматривается оценка технического состояния строительных конструкций здания ПМ угольного подъема скипового ствола района №3 Шахты «Саранская» АО «АрселорМиттал Темиртау» детальным обследованием с выдачей конкретных рекомендаций. Техническое обследование — процесс, который включает в себя контроль, испытания, анализ и оценку конструкций зданий и сооружений в целях выяснения эксплуатационных качеств конструкций, целесообразности ремонта и реконструкции зданий и сооружений, выяснение причин аварий, прогнозирование поведения конструкций в будущем. Целью проведения обследования является оценка несущих способностей и технического состояния строительных конструкций объекта. В статье определяются методы технического обследования, перечень и этапы выполнения работ по обследованию. В выводах дается заключение о необходимости усиления конструкций, также спрогнозированные на заданный срок возможные изменения в состояниях объекта, возможности реконструкции здания или сооружения в соответствии с заданием на техническое обследование.

*Ключевые слова:* Обследование зданий, дефекты строительных конструкций, техническое состояние строительных конструкций, степень износа, длительность наблюдения, контроль качества неразрушающими методами.

B.A. Bazarov, A.N. Konakbayeva, T.P. Suchilina, I.B. Kamalov

**Expert examination of the condition of building structures of the PM building of the skip shaft coal lifting area No. 3 of the Saranskaya Mine of ArcelorMittal Temirtau JSC**

This article discusses the assessment of the technical condition of the building structures of the PM coal lifting skip shaft area No. 3 Mine "Saranskaya" JSC "ArcelorMittal Temirtau" by a detailed survey with the issuance of specific recommendations. Technical inspection is a process that includes monitoring, testing, analysis and evaluation of structures of buildings and structures in order to clarify the operational qualities of structures, the feasibility of repair and reconstruction of buildings and structures, finding out the causes of accidents, predicting the behavior of structures in the future. The purpose of the survey is to assess the bearing capacity and technical condition of the building structures of the object. The article defines the methods of technical inspection, the list and stages of work on the survey. The conclusions give a conclusion about the need to strengthen the structures, as well as possible changes in the conditions of the object predicted for a given period, the possibility of reconstruction of a building or structure in accordance with the task for technical inspection.

*Key words:* Inspection of buildings, defects of building structures, technical condition of building structures, degree of wear, duration of observation, quality control by non-destructive methods.

## References

- 1 SN RK 1.04-04-2002 Inspection and assessment of the technical condition of buildings and structures. The publication is official.



**Раздел 3. «Технические науки и технологии»**

DOI 10.53002/2022.2-2309-1177.14  
УДК 502.55(075.8)  
МРНТИ 87.01.11

А.А. Чернышева<sup>1</sup>, В.Л. Лехтмец<sup>1</sup>, Т.С. Каппарова<sup>1</sup>, Е.С. Клименкова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Карагандинский индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан,

<sup>2</sup> Темиртауский высший политехнический колледж, г. Темиртау, Казахстан

(E-mail: Chernyh\_eva55)

**Защита окружающей среды от отходов потребления**

Рассмотрены проблемы переработки твердых бытовых отходов (ТБО) в Казахстане. На основе проведенных исследований рекомендуются пути их решения на примере мусороперерабатывающего предприятия ТОО «Гордорсервис-Т» города Темиртау. Описано влияние отходов потребления на рабочих полигонах и окружающую среду. Предлагается усовершенствовать участок сортировки отходов, а именно, установить оборудование для переработки пластика и стекла, тех отходов, которые с 2019 года запрещено размещать на полигонах ТБО в Республики Казахстан. Установка линии для переработки отходов: дробление, мойка, сушка и собственно сама переработка, а именно переработка пластика в гранулы, а стекла в стеклокрошку. Физические и химические свойства пластика и стекла позволяют проходить практически бесконечное количество циклов их производства и переработки. Открытие перерабатывающих предприятий и их непрерывная работа помогут решить проблему излишков таких отходов, а в дальнейшем отказаться от производства нового стекла и пластика - это лучшая забота об окружающей среде и дальнейших поколениях людей.

*Ключевые слова: отходы потребления, переработка твердых бытовых отходов, охрана окружающей среды*

*Введение*

Загрязнения окружающей среды мусором и бытовыми отходами актуальная проблема для всего мира. Отходы засоряют природную среду и неблагоприятно сказываются на её состоянии. Мусор разлетается на другие территории, загрязняет почву, водоёмы, воздух. Свалки часто поджигают, и продукты горения загрязняют атмосферу. Пластик и полиэтиленовые отходы разлагаются десятки лет, ежегодно территории количество свалок увеличивается. С каждым годом «закапывать» мусор на полигонах становится все дороже, переработка ТБО выход из данной проблемы [1].

ТОО «Гордорсервис-Т» проводят только первичную сортировку ТБО, а отсортированные отходы прессуются и продаются компаниям по переработке ТБО. Целесообразнее было бы установить в ангаре оборудование для переработки пластика и стекла, что на сегодня является одним из наиболее перспективных направлений, т.к. многие современные предприятия нуждаются во вторичном сырье [2].

*Перспективы переработки пластика.* Благодаря своим физическим и химическим свойствам, пластик может проходить бесконечное количество циклов производства и переработки. Открытие перерабатывающих предприятий и их непрерывная работа помогут решить проблему излишков пластиковых отходов, а в дальнейшем отказаться от производства нового пластика - это лучшая забота об окружающей среде и дальнейших поколениях людей. Технология гранулирования пластика достаточно проста и не слишком затратна, многие компании специализируются на переработке пластика в гранулы., предлагается обеспечить полигон современным оборудованием таким как; шредер для измельчения ТБО, флотационная мойка, установка сушки и экструдер для переработки пластика и стекла.

### Раздел 3. «Технические науки и технологии»

Сегодня пластиковая гранула — это основной материал для производства различных пластиковых изделий, переработка пластика в гранулы проходит поэтапно: сортировка, дробление, очищение и промывка, сушка, нагревание и формирование гранул. Готовые пластиковые гранулы изображены на рисунке 1.



Рисунок 1- Полученные пластиковые гранулы

Такой гранулят находит применение в различных областях: для автомобильного дорожного покрытия, для текстильной промышленности (основная часть наполнителей для верхней одежды и постельного белья, китайского производства), ваты, изготовления черепицы. При добавках стекловолокна, получают крышки моторов для грузовых автомобилей, панели, бамперы, двери, изготавливают шлифовальные абразивные круги. Полученные пластиковые гранулы можно продавать предприятиям по изготовлению пластиковых изделий: черепицы, пластиковой посуды (тазы, ведра, цветочные горшки и тп).

*Перспективы переработки стекла.* Ежегодно в Казахстане изготавливается около одного миллиарда бутылок, но всего 3% поступает со вторичной переработки. А плюсом стеклотылулки является ее возможное многократное использование. Если в производстве новых изделий использовать всего лишь 10% боя, то можно снизить потребление природного газа на 3%, что снизит себестоимость конечной продукции. Стеклоанное вторсырье позволяет экономить природные ресурсы, и не только газ, но и известняк, кальцинированную соду, песок.

Стекло не разлагается при захоронении, оно хрупкое и его бой представляет опасность для человека, животных и растений. Стекло является полностью перерабатываемым материалом, вторичное его использование - безотходный процесс, что снижает негативное воздействие на окружающую природу.

Таким образом, утилизация и переработка отходов стекла необходима для обеспечения экологической безопасности, сохранения природных ресурсов и удешевления производства продукции из стекла.

Процесс утилизации стекла проходит в несколько этапов: первый это сбор отходов стекла у населения, предприятий и организаций. На городских свалках формируются большие массы таких отходов. На перерабатывающем участке собранные стекольные отходы проходят первичную мойку и сортировку по классам. Сортировка самая трудоемкая работы, так как выполняется вручную на движущемся конвейере. После разделения по цвету стекольный бой подвергается измельчению в дробильных агрегатах и просеиванию с сортировкой по фракциям.



Рисунок 2- Стеклобой

### Раздел 3. «Технические науки и технологии»

Выгодно и очень удобно, что оборудование необходимое для переработки стекла в крошку, мойки, сортировки и дробления подходит тоже оборудование, что и для переработки пластика.

Бизнес по производству стекла или стеклобоя является прибыльным, за счет высокого спроса и небольшой на текущий момент конкуренции. Стеклобой можно продавать предприятиям по изготовлению стекла, стекловаты и т.п. В дальнейшем можно приобрести оборудование для получения изделий из стекла - плавильную печь. На последнем этапе происходит плавка подготовленного сырья в специальных плавильных печах, где при высокой температуре отходы превращаются в однородную стеклянную массу определенного цвета. Из этой массы и формируются новые стеклянные изделия. Продукция может изготавливаться как полностью из стекольного, так и с добавлением определенного количества исходных компонентов: кварцевого песка, извести и соды, но добавляя стеклобой можно заменить до 40% общей массы. Поэтому, при полной реализации предлагаемых мероприятий, сроки окупаемости могут быть от 8 до 24 месяцев, в зависимости от размера первоначальных капитальных инвестиций.

#### Выбросы биогаза на полигоне ТБО

При складировании твердых бытовых отходов на полигоне, происходит биотермический процесс распада органических составляющих отходов. Конечным продуктом этого процесса является биогаз, состоящий из метана и диоксида углерода, а так же содержит пары воды, оксид углерода, оксиды азота, аммиак, сероводород, фенол и в незначительных количествах другие примеси, обладающие вредным для здоровья человека и окружающей среды воздействием.

Расчет выхода биогаза производится для условий анаэробного разложения с постоянным выделением метана (эта фаза распада наступает приблизительно через два года после утилизации отходов). Для расчета выхода биогаза с полигона ТБО применяется «Методика по расчету выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твердых бытовых отходов» [3].

Содержание органической составляющей и содержание жироподобных, белковых и углеводородных веществ в органике отходов берутся по Методике, так как в лабораториях Казахстана эти компоненты не определяются.

Удельный выход биогаза при метановом брожении определяется по формуле:

$$Q_w = 10^{-6} \times R \times (100 - W) \times (0.92 \times Ж + 0.62 \times У + 0.34 \times Б)$$

- где  $Q_w$  - удельный выход биогаза, кг/кг,  
 $R$  - содержание органической составляющей в отходах, %,   
 $Ж$  - содержание жироподобных веществ в органике отходов, %,   
 $У$  - содержание углеводородных веществ в органике отходов, %,   
 $Б$  - содержание белковых веществ в органике отходов.

Выход биогаза за год, отнесенный к одной тонне отходов, определяется по формуле:

$$P_{уд} = \frac{Q_w}{t_{обр}} \times 10^3$$

где  $t_{обр}$  - период полного сбраживания органической части отходов, год.

Для определения периода полного сбраживания органической части отходов используется эмпирическая формула:

$$t_{обр} = \frac{10248}{T_{тепл} \times (t_{ср\ тепл})^{0.301966}}$$

где  $T_{тепл}$  - продолжительность теплого периода года в районе строительства полигона, дней,   
 $t_{ср\ тепл}$  - средняя из среднемесячных температура воздуха в районе строительства полигона за теплый период года, °С.

Удельные массы компонентов биогаза, выбрасываемые в год, определяются по формуле:

$$P_{уд\ i} = \frac{C_{вес\ i} \times P_{уд}}{100}$$

где  $P_{уд}$  - удельные массы компонентов биогаза, выбрасываемые за год, кг/тонн отходов,   
 $C_{вес\ i}$  - концентрации компонентов биогаза.

Максимальные разовые выбросы  $i$ -го компонента биогаза с полигона (г/с) определяются по формуле:

**Раздел 3. «Технические науки и технологии»**

$$M_i = \frac{P_{уд i} \times \sum D}{T_{жизн} \times 24 \times 3600} \times 10^3$$

где  $\sum D$  – кол-во активных стабильно генерирующих биогаз отходов, тн.

Валовые выбросы i-го компонента биогаза с полигона (т/год) определяется по формуле:

$$G_i = M_i \times \left( \frac{a \times 365 \times 24 \times 3600}{12} + \frac{b \times 365 \times 24 \times 3600}{12 \times 1.3} \right) \times 10^{-6}$$

где a – период теплого времени года в месяцах,  
b – период холодного времени года в месяцах.

При использовании расчетного метода инвентаризации выбросов, принимали следующий среднестатистический состав биогаза:

Таблица 1-Состав биогаза

Наименование компонента	$C_{вес i}, \%$ (весовая концентрация)
Метан	52,915
Толуол	0,723
Аммиак	0,533
Ксилол	0,443
Углерода оксид	0,252
Азота диоксид	0,111
Формальдегид	0,096
Этилбензол	0,095
Ангидрид сернистый	0,070
Сероводород	0,026
Итого	55,264

Далее представлен расчет биогаза, выделяющегося в атмосферный воздух от полигона ТБО.

Определяем удельный выход биогаза (в кг от одного кг отходов) за период его активного выделения:

$$Q_w = 10^{-6} \times 60 \times (100 - 47) \times (0.92 \times 2 + 0.62 \times 83 + 0.34 \times 15) = 0,185712 \text{ кг/кг отх.}$$

Находим период полного сбраживания органической части отходов:

$$t_{сбр} = 10248 / 210 * (13)^{0,301966} = 22,49 \text{ лет}$$

Определяем количественный выход биогаза за год, отнесенный к одной тонне захороненных отходов:

$$P_{уд} = 0,185712 / 22,49 * 10^3 = 8,26 \text{ кг/т отходов в год}$$

Определяем удельные массы компонентов биогаза, выбрасываемые в год (диоксид углерода, как ненормируемое вещество, из расчетов удаляется):

Таблица 2 - Удельные массы компонентов биогаза

Наименование компонента	$C_{вес i}, \%$ (весовая концентрация)	$P_{уд i},$ кг/т отх.
Метан	52,915	4,819495
Толуол	0,723	0,065851
Аммиак	0,533	0,048546
Ксилол	0,443	0,040348

**Раздел 3. «Технические науки и технологии»**

Углерода оксид	0,252	0,022952
Азота диоксид	0,111	0,010110
Формальдегид	0,096	0,008744
Ангидрид сернистый	0,070	0,008653
Этилбензол	0,095	0,006376
Сероводород	0,026	0,002368
Углерода диоксид	44,736	4,819495

Таблица 3 - Количество стабильных генерирующих биогаз отходов, т/год:

годы	2006-2018 гг.
тонн	538196,87

Определяем суммарные максимально-разовые выбросы биогаза  
2021 г.:

$$M_{\text{макс}} = (8,26 * 538196,87) / (210 * 86,4) = 245,01 \text{ г/сек}$$

Валовые выбросы i-го компонента биогаза с полигона (т/год) определяется по формуле:

$$M_{\text{вал}} = 245,01 * ((5 * 365 * 24 * 3600) / 12 + (1 * 365 * 24 * 3600) / (12 * 1,3)) * 10^{-6} = 3714,35 \text{ т/год}$$

В том числе по компонентам:

Таблица 4 - Концентрация компонентов биогаза на 2021 г.

Название компонента биогаза	С% весовая концентрация	Выбросы 2021 г.	
		г/сек	т/год
Метан	52,915	129,6470	1965,4483
Толуол	0,723	1,7714	26,8548
Аммиак	0,533	1,3059	19,7975
Ксилол	0,443	1,0854	16,4546
Углерода оксид	0,252	0,6174	9,3602
Азота диоксид	0,111	0,2720	4,1229
Формальдегид	0,096	0,2352	3,5658
Этилбензол	0,095	0,2328	3,5286
Ангидрид сернистый	0,07	0,1715	2,6000
Сероводород	0,026	0,0637	0,9657
<b>Всего</b>		<b>135,4023</b>	<b>2052,6984</b>

2022 г.:

$$M_{\text{макс}} = (8,26 * 573557,05) / (210 * 86,4) = 261,11 \text{ г/сек}$$

Валовые выбросы i-го компонента биогаза с полигона (т/год) определяется по формуле:

$$M_{\text{вал}} = 261,11 * ((5 * 365 * 24 * 3600) / 12 + (1 * 365 * 24 * 3600) / (12 * 1,3)) * 10^{-6} = 3958,43 \text{ т/год}$$

В том числе по компонентам:

Таблица 5 - Концентрация компонентов биогаза в 2022 г.

Название компонента биогаза	С% весовая концентрация	Выбросы 2022 г. За 6 месяцев	
		г/сек	т/год
Метан	52,915	138,1664	2094,6032
Толуол	0,723	1,8878	28,6194
Аммиак	0,533	1,3917	21,0984
Ксилол	0,443	1,1567	17,5358
Углерода оксид	0,252	0,6580	9,9752
Азота диоксид	0,111	0,2898	4,3939
Формальдегид	0,096	0,2507	3,8001
Этилбензол	0,095	0,2481	3,7605

**Раздел 3. «Технические науки и технологии»**

Ангидрид сернистый	0,07	0,1828	2,7709
Сероводород	0,026	0,0679	1,0292
Всего		144,2998	2187,5868

Исследование анализов проб воздуха, отобранных на границе СЗЗ, свидетельствует о том, что концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе района расположения полигона не превышают установленных ПДК для атмосферного воздуха ни по одному из ингредиентов. Следовательно, можем сделать следующий вывод: загрязнение атмосферного воздуха в результате захоронения отходов на полигоне ТБО ТОО «Гордорсервис-Т» относится к допустимому уровню (коэффициент, учитывающий степень эолового рассеяния загрязняющих веществ в атмосфере  $K_a$  равен 1,0).

Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, в том числе выбросов от работы печи при сжигании отходов, выбросов от работ с грунтом на полигоне ТБО, от разгрузки золошлака на полигоне ТБО и биогаза на полигоне ТБО показал, что данные не превышают предельно - допустимых значений.

*Выводы*

В соответствии с поставленными задачами исследования получены следующие результаты:

- 1) Выявлены опасные и вредные факторы, которые действуют на рабочих полигона и окружающую среду;
- 2) Исследованы анализы проб воздуха, отобранных на границе СЗЗ и самом полигоне. Концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе не превышают установленных ПДК, загрязнение атмосферного воздуха в результате захоронения отходов потребления на полигоне ТБО ТОО «Гордорсервис-Т» относится к допустимому уровню;
- 3) Предложено установить в ангаре для переработки отходов шредер для измельчения ТБО, флотационную мойку, сушку и экструдер для переработки пластика и стекла. Срок окупаемости данного предложения до 2 лет.

*Список литературы*

- 1 А.А. Чернышева, В.Л. Лехтмец, Т.С. Каппарова, Е.С. Клименкова. Трудовые функции оператора-сортировщика ТБО. Республиканская конференция. Темиртау 2022г
- 2 Е.С. Клименкова, Е. Макажанов, Р. Рахимбекова, Н.А. Салина. Разделение твердых бытовых отходов. Республиканская конференция. Астана 2018г.
- 3 Методика по расчету выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твердых бытовых отходов. Приказ к приказу Министра окружающей среды и водных ресурсов Республики Казахстан от 12.06.2014г. №221

А.А. Чернышева, В.Л. Лехтмец, Т.С. Каппарова, Е.С.Клименкова

**Қоршаған ортаны тұтыну қалдықтарынан қорғау**

Қазақстанда қатты тұрмыстық қалдықтарды (ҚТҚ) өңдеу мәселелері қарастырылады. Жүргізілген зерттеулер негізінде оларды шешу жолдары Теміртау қаласындағы «Гордорсервис-Т» ЖШС қалдықтарды өңдеу кәсіпорны мысалында ұсынылды. Тұтыну қалдықтарының полигон жұмысшылары мен қоршаған ортаға әсері сипатталған. Қалдықтарды сұрыптау алаңын жақсарту, атап айтқанда, 2019 жылдан бастап Қазақстан Республикасында полигондарға орналастыруға тыйым салынған қалдықтарды пластик пен

**Раздел 3. «Технические науки и технологии»**

шыны өңдеуге арналған жабдықты орнату ұсынылады. Қалдықтарды қайта өңдеу желісін орнату: ұсақтау, жуу, кептіру және нақты өңдеудің өзі, атап айтқанда пластмассадан түйіршіктерге, шыныдан шыны чиптеріне өңдеу. Пластмасса мен әйнектің физикалық және химиялық қасиеттері оларды өндіру мен өңдеудің шексіз дерлік цикліне мүмкіндік береді. Өңдеу кәсіпорындарының ашылуы және олардың үздіксіз жұмыс істеуі осындай қалдықтардың артық қалдықтары мәселесін шешуге көмектеседі, ал болашақта жаңа шыны мен пластмасса өндірісінен бас тарту қоршаған орта мен адамдардың болашақ ұрпақтары үшін ең жақсы қамқорлық болып табылады.

*Негізгі сөздер: тұтыну қалдықтары, қатты тұрмыстық қалдықтарды өңдеу, қоршаған ортаны қорғау*

A.A. Chernysheva, V.L. Lekhtmets, T.S. Kapparova, E.S. Klimenkova

**Protecting the environment from consumer waste**

The problems of processing solid household waste (MSW) in Kazakhstan are considered. On the basis of the studies carried out, ways to solve them are recommended on the example of the waste processing enterprise Gordorservice-T LLP in the city of Temirtau. The impact of consumer waste on the landfill workers and the environment is described. It is proposed to improve the waste sorting site, namely, to install equipment for the processing of plastic and glass, those wastes that since 2019 are prohibited from being placed at landfills in the Republic of Kazakhstan. Installation of a waste recycling line: crushing, washing, drying and the actual processing itself, namely the processing of plastic into granules, and glass into glass chips. The physical and chemical properties of plastic and glass allow for an almost infinite number of cycles of their production and processing. The opening of processing plants and their continuous operation will help solve the problem of surpluses of such waste, and in the future to abandon the production of new glass and plastic is the best concern for the environment and future generations of people.

*Key words: consumer waste, processing of municipal solid waste, environmental protection*

**References**

- 1 A.A. Chernysheva, V.L. Lekhtmets, T.S. Kapparova, E.S. Klimenkova. Trudovye funktsii operatora-sortirovshchika TBO. Respublikanskaya konferenskaya. Temirtau 2022g
- 2 E.S. Klimenkova, E. Makazhanov, R. Rahimbekova, N.A. Salina. Razdelenie tverdyh bytovykh othodov. Respublikanskaya konferenskaya. Astana 2018g.
- 3 Metodika po raschetu vybrosov zagryaznyayushchih veshchestv v atmosferu ot poligonov tverdyh bytovykh othodov. Prikaz k prikazu Ministra okruzhayushchej sredy i vodnyh resursov Respubliki Kazahstan ot 12.06.2014g. №221

---

---

**Раздел 4**

**Социально-  
гуманитарные науки  
Экономика**



**Раздел 4. «Социально-гуманитарные науки Экономика»**

DOI 10.53002/2022.2-2309-1177.15

МРПТИ 06.52.35

М.М. Tatieva, К.А. Bayassilova

*Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan**(E-mail: [maira\\_tatieva@mail.ru](mailto:maira_tatieva@mail.ru))***The development of e-commerce in Kazakhstan in the post-COVID period**

The article discusses the main aspects of the development of e-commerce in the Republic of Kazakhstan during the COVID-19 pandemic, as well as the main advantages of this type of commerce over the traditional one. In addition, the importance of the role of state regulation of this economic phenomenon is emphasized with consideration of the legislative framework as its main tool, including the Law "On Advertising", the state program "Digital Kazakhstan 2020" and "Roadmap for the development of e-commerce in Kazakhstan until 2025". The theoretical foundations of e-commerce, including its main types, as well as the development strategy proposed by the state are considered. To show an increase in the growth rate of transactions in the field of electronic commerce, statistical data based on the report of large audit and consulting companies, including PWC, was analyzed. As a result, the authors proposed the main conclusions regarding its potential, and also developed recommendations for maximizing the potential of e-commerce at the state level.

The novelty of the research lies in the fact that despite the rather rapid pace of development of the bottom sphere in recent years, the issue needs to be systematized and the main priorities of its development are determined, which was attempted in this article.

Based on the results obtained, the main conclusion of the study is that the potential of e-commerce is not fully used, and recommendations on tax regulation of transactions in this area are also proposed.

*Keywords:* e-commerce, COVID-19 pandemic, digital Kazakhstan, entrepreneurship, digital literacy, retail, electronic data transfer (EDI), electronic funds transfer (EFT).

*Introduction*

The ubiquitous impact of digitalization is radically changing the way people, business and the state interact. The new stage of global development is characterized by the movement of data across national borders, as a result of which the nature and models of international trade are changing. Despite the existence of electronic commerce for many years, the current scale of these operations is incommensurable with the previous ones. In addition, the emergence of online platforms has radically changed the rules of the game, causing a transformation of the processes of doing business. The e-commerce market has no geographical boundaries, and its subjects are forced to function in almost identical conditions.

At the same time, continuous consolidation processes in Kazakhstan's e-commerce market organizations are making it more difficult for new local enterprises, particularly small ones, to enter the industry. Kazpost JSC, one of Kazakhstan's leading e-commerce companies, has been attempting to integrate Internet orders within Kazakhstan for several years. The government of the Republic of Kazakhstan is taking steps today to improve the infrastructure of information and communication technologies as part of the Digital Kazakhstan initiative, which will help to increase demand for e-commerce services and commodities. At the same time, Kazakhstanis began to purchase items from international Internet vendors in greater numbers. In this context, Kazakhstan must encourage local enterprises to participate in the e-commerce industry and establish circumstances that will allow them to compete more effectively. The state's participation is crucial in this regard.

## Раздел 4. «Социально-гуманитарные науки Экономика»

In the period of COVID-19, the development of the e-commerce domain became especially important, as the digitalization of buy-and-sell processes was seen as the only possible way for the businesses to reach their customers.

*The subject of the study.* The market volume and the GDP contribution of e-commerce throughout the pandemic.

*The object of the study.* The digitalization process of the Kazakhstani market implemented in compliance with the 'Digital Kazakhstan' state programme.

*The aim of the article* – to study the current share of e-commerce in the Kazakhstani market as well factors contributed to its expansion following the coronavirus outbreak.

In order to achieve the aforementioned aim, the following *objectives* were set:

- To study the legislative ground of e-commerce, including the state programme 'Digital Kazakhstan';
- To study the distinctions of various e-commerce categories;
- To highlight the statistical data on the growth of e-commerce in the last two years;
- To point up growing possibilities of both businesses and customers in the e-commerce era.

### *Methods and materials*

Primarily, theoretical methods such as those of the statistical analysis and classification were used for completing the article. In order to analyze the data, the quantitative method was used.

### *Main part*

In Kazakhstan, e-commerce is regulated by by-laws as well as amendments and additions on electronic money approved in 2010. The legal field of e-commerce in Kazakhstan will significantly increase the business environment of the information field, attract investment from the member countries of the Customs Union. The Law of the Republic of Kazakhstan No. 508-II "On Advertising," enacted on December 19, 2003, declares that it applies to relationships arising out of the actions of persons and legal organizations creating, distributing, placing, and utilizing advertising on the Republic of Kazakhstan's territory. [1]. Advertising can be transmitted through any methods, including internet advertising, according to the legislation. This sort of advertising is distinct in that it is directed towards an indeterminate group of people who are connected to the internet. Individual sites, catalogs, search engines, journals, articles, adverts, hyperlinks, banners, advertising pages, interactive films, games, as well as sending e-mail, are used to provide information about goods and services to achieve various goals of the advertiser on the Internet. The characteristic of Internet product promotion is the duality of their state and behavior. A website may be both an object and a subject of advertising, actively pushing an advertising appeal and influencing customers. At the same time, the site is a unique information resource that was built and operates on the basis of another vital information product - software.

From the standpoint of Kazakh legislation and the economic substance of the notion, not all of the above instruments have all of the characteristics of advertising. With the growing usage of banner exchange networks on the Internet, practical challenges arise as well. The employment of "banner networks" is a successful and effective technique of advertising goods, despite the fact that it usually violates the republic's present legislation. In this situation, banner advertising will be available simply as a link on the resource owner's server, but the banner itself will be placed with the advertiser. The owner of an Internet resource may get undesired advertising (for example, advertising of sexual services) as a result of completing a contract and giving a space for an advertising platform for products and services. As a result, such advertising may appear on legal portals.

Currently, the development of Kazakhstan's Internet market is stimulated by the state program "Information Kazakhstan - 2020" [2]. E-commerce became possible with the advent of public information resources. The use of special technologies, such as EDI (Electronic Data Exchange, or Electronic Data Interchange) and EFT (Electronic Money Transfer, or Electronic Funds Transfer) for forwarding invoices, invoices, orders, etc. for purchase and sale in electronic form has been called "E-commerce". With the development of user practice, the meaning of the term "E-commerce" expanded: credit cards and telephone banking were also recognized as forms of e-commerce [3] (Dudin, Shakhova, 2019). Various categories of e-commerce can be distinguished such as follows: [4]

#### Раздел 4. «Социально-гуманитарные науки Экономика»

- business-to-consumer (B2C) – sale of goods or services by a company to individuals;
- business-to-business (B2B) – trade relations between companies;
- business-to-government (B2G) – trade relations between public institutions and private companies;
- consumer-to-consumer (C2C) – sale of goods and services by individuals to other private individuals;
- government-to-business (G2B) – provision of services by government agencies companies to various organizations;

□ government-to-consumer (G2C) – Individuals receive services from public entities. Unfortunately, Kazakhstan's statistics system does not separate gathered data into e-commerce categories; yet, the current statistical database demonstrates that e-commerce has grown steadily over the last three years.

The Government of Kazakhstan has produced and adopted a Roadmap for the Development of E-Commerce for 2018-2020 in order to completely address the issues impeding the growth of the business. The Roadmap outlines seven major paths for the industry's development:

- Enhancement of state e-commerce regulation - e-commerce payment system development;
- e-commerce population and entrepreneur digital and financial literacy;
- e-commerce information assistance;
- e-commerce logistics infrastructure development

- improving Kazakhstan's place in UNCTAD's international e-commerce development ranking;

- the establishment of new employment opportunities. In general, the execution of the steps outlined in the Republic of Kazakhstan's Roadmap for the Development of Electronic Commerce is aimed at expanding non-cash forms of payment, lowering shadow turnover, and enhancing the potential for integration into international commerce. [5].

The coronavirus has aided e-commerce's rise to unprecedented heights, when it exceeded 1.1 trillion tenge in 2020 in the overall retail trade, accounting for 9.7% of total retail turnover of 11.6 trillion tenge. The indicator for 2019 was 3.7 percent, indicating that the coronavirus pandemic has had a positive influence on increasing the proportion of e-commerce's of total retail trade. The implementation of the quarantine regime, a prohibition on public meetings, and other restrictive measures have resulted in a surge in the use of internet resources for social communication as well as remote purchase and sale of products and services throughout the world.

According to ranking.kz, the volume of non-cash payments in Kazakhstan climbed to 35.3 trillion tenge in the year of the pandemic's start, with 82 percent of payments done via mobile devices and the Internet. These figures are still rising: the amount of non-cash payments for the first two months of this year has nearly doubled when compared to the same period last year.

[6].

Over the last year and a half, many new digital niches have emerged in the Kazakh economy, and their number will continue to rise. Azamat Osmanov, Chairman of the Magnum Management Board, presented this viewpoint at TedxAstana. In fields like online education, video conferencing, video analytics, IT development, design, and many more, there is a significant opportunity for corporate growth.

This is a worldwide trend. For example, Amazon's market value has increased to \$1.7 trillion in the last two years. After its IPO at the end of last year, the Russian marketplace Ozon's worth jumped from \$7 billion to \$11 billion. That is, it currently costs more than X5 Retail Group, Russia's largest trade organization with over 20,000 physical stores. In Kazakhstan, Kaspi.kz's market capitalization increased from \$6.5 billion to \$22 billion in less than a year following its first public offering. All of these firms, according to Azamat and Osmanov, put wagers on the digital world at one point - even before things began to shift so quickly. [7].

Kazakhstan's retail e-commerce business continues to expand. The market volume in the first half of 2021 was 426 billion tenge, which is roughly 2.2 times, or 116%, more than the same period in 2020. However, the rate of expansion has slowed, with market volume increasing by just 7% in the first half of 2021 compared to the second half of 2020. (3Q and 4K). The number of transactions (online orders) for 6M2021 grew by nearly double as compared to 6M 2020, however the average check in tenge climbed by just 10%. A variety of reasons have affected this scenario, in addition to the organic development of digital businesses and the popularization of online activities. For instance, the launch of government initiatives to digitalize trade; the nearly complete conversion of e-commerce players to current hygienic and epidemiological standards; the enhancement of the online variety of items, delivery services, and overall comfort of Internet sites, etc.

#### Раздел 4. «Социально-гуманитарные науки Экономика»

An analysis of the growth in sales and the number of transactions shows that both indicators increased significantly and evenly compared to the situation last year (6M2020 compared to 6M2019), when sales increased much more than the number of transactions (sales increased by 54%, and the number of transactions by only 3%). As a result, the average check rose by nearly 2 thousand tenge in the first half of 2021 compared to the same time in 2020: from 20 to 22 thousand tenge. It's worth noting that the average check surged by 48% in the first half of 2020 compared to the same period in 2019. It's safe to infer that there were no substantial alterations in consumer behavioral patterns in the first half of 2021, as there were in 2020, when purchasing items offline was impossible and improved consumer confidence in digital platforms encouraged individuals to make more expensive online purchases.

In general, consumer behaviors created during quarantine limitations in 2020 have grown more established and have become part of consumer culture in the year 2021. According to data analysis and player surveys, the market volume rose in the first half of 2021, not so much owing to a rise in the number of customers, but rather because individuals began to purchase more items and perform more online transactions. Customers' faith in digital operations is no longer as important as the quality of service, as demand for mobile applications, assortment, last-mile deliveries, loyalty programs, marketing campaigns, and other services.

In general, in the first half of 2021, there was an increase in the amount of the average check in tenge by 10% compared to the same period in 2020. The increase in the average check in Q2 2021 compared to Q2 2020 was 27%. It can be assumed that this was partly influenced by the prerequisites and news about the transition of organizations, including schools, to offline work and training as a result of measures to expand the scale of vaccination, especially among employees of these organizations. This could provoke an increase in the average check and demand in general, as people began to buy more goods due to the gradual return to offline mode [8].

As a result of Kazakhstan's information efforts, the Internet is rapidly growing; according to the TNS web index, it is a fast growing media channel in the nation, increasing twice as fast as the press. Kazakhstan is ranked 36th in the world in terms of Internet users, according to 2017 data.

The following are the new e-commerce options open to common vendors and customers:

- Global Participation / Global Choice
- Improving the competitiveness / quality of service.
- Customer satisfaction / personalization of goods and services.
- Shortening the path to the customer / quick response to demand-cost savings / price reduction.
- New business opportunities / new products and services.

In general, the prospects for the development of e-commerce in Kazakhstan can be summarized as follows—

- improving the quality of Internet communication—
- increasing the Internet audience;
- improving the quality of delivery of goods, first of all, increasing mail delivery; - development of information technologies;
- expansion of the range of goods and services [9].

*The findings of our investigation lead us to the following conclusions:*

1. The study of the essence of economic relations in e-commerce allowed us to state the transformation of the theory of competitive advantages in the Internet economy itself: whereas competitiveness in the traditional economy was determined by production potential and technological developments, competitiveness in the Internet economy is determined by e-commerce infrastructure development. Traditional economic competitiveness determinants would be rendered obsolete without access to the global market represented by e-commerce.

2. The economic basis of e-commerce is to drastically cut transaction costs and the number of intermediaries by allowing businesses to participate in global supply chains without having to be physically present in the region where the items are sold.

3. Because the expansion of e-commerce is to the disadvantage of retail, the presence of the Institute of E-Commerce disturbs the operation of the Institute of Traditional Commerce. However, because shops will

#### Раздел 4. «Социально-гуманитарные науки Экономика»

employ both traditional and internet sales channels, the distinction between them will become increasingly blurred.

4. Because of the cross-border nature of e-commerce, certain nations may gain greatly from its expansion, while others may suffer losses as traditional trade declines. Government engagement in the realm of e-commerce is required to avoid becoming one of the latter. Simultaneously, legislation should try to level the playing field for international and local suppliers, build the required e-commerce infrastructure, and encourage domestic firms to engage in e-commerce through tax incentives and other support measures.

5. Telecommunications infrastructure and data transmission availability, population digital literacy, consumer protection, law, logistical infrastructure, and the development of cashless payment technologies are all variables that influence the effective growth of e-commerce.

6. Despite Kazakhstan's classification as a state with a high degree of e-commerce readiness according to the UNCTAD B2C E-commerce Index, the e-commerce infrastructure has the following issues: In distant areas of Kazakhstan, there is a lack of access to high-speed Internet networks or low connection quality; there is little competition in the postal services sector.

7. The study's findings revealed that Kazakhstan's e-commerce market's development potential is not being completely exploited: retail e-commerce accounts for just 1.8 percent of the overall retail trade structure. In 2019, 72 tenge of Kazakhstani internet purchases remained in Kazakhstan, compared to 76 tenge in 2018. It is reasonable to expect that if Kazakhstan does not develop an effective e-commerce infrastructure in the near future, the domestic market will be taken over by international e-commerce companies.

8. In terms of providing tax benefits to e-commerce entities, we believe that canceling VAT is inappropriate because this rule will apply to all e-commerce entities, reducing the tax base and putting local entrepreneurs in a competitive disadvantage with foreign suppliers who do not pay income tax, unlike local suppliers.

9. The removal of income tax is the most justifiable weapon for boosting domestic enterprises. However, in Kazakhstan, the use of this tool has not proven to be effective due to excessive requirements for recipients of such benefits, as evidenced by the requirement to charge non-cash payments for 90 percent of payments, despite the fact that most e-commerce enterprises' non-cash turnover does not exceed 35 percent. In this context, we recommend lowering the non-cash turnover requirement for small and medium-sized businesses from 90% to 50%, with an annual increase of 7-8%. Such changes would make it feasible to provide advantages to as many e-commerce SMEs as possible.

10. The development of its own specialized e-commerce platforms is beneficial to its active growth; thus, it is critical to establish the necessary conditions for the establishment of its own competitive marketplaces in Kazakhstan or within the Eurasian Economic Union. Equally essential is the use of tariff control to impose restrictions on the operations of foreign suppliers.

11. Two factors drive the need to connect Kazakhstani small and medium-sized businesses with global e-commerce platforms like Alibaba: 1) Outsourcing payment, delivery, return, accounting, and dispute resolution for small and medium-sized businesses raises the cost of conducting business on the Internet and makes it uncompetitive; 2) the Kazakhstan market's small size prevents e-commerce initiatives from expanding. They will be able to minimize transaction costs and expand market coverage without having to be present in the country of sale if they join the global supply chain. Because Kazakhstani businesses lack the requisite digital capabilities, the government must aid them by providing advising and legal assistance in order for them to reach major marketplaces.

#### References

- 1 Закон Республики Казахстан от 19 декабря 2003 года № 508-II «О рекламе».
- 2 Gosudarstvennaya Programma «Informacionnyj Kazahstan – 2020», utverzhdena Ukazom Prezidenta Respubliki Kazahstan ot 8 yanvarya 2013 goda №464.
- 3 Dudin M.N., SHahova M.S. Edinaya elektronnyaya valyuta EAES: mif ili real'nost', Ekonomika i socium: sovremennye modeli razvitiya, 2019. № 2, 206-276.
- 4 Itogi 2018: elektronnyaya kommerciya v Kazahstane, Profit.kz. [Elektronnyj resurs]. URL: <https://profit.kz/news/51935/Itogi-2018-elektronnyaya-kommerciya-v-Kazahstane/> (Date of access: 10.01.2022).

#### Раздел 4. «Социально-гуманитарные науки Экономика»

5 ZHanbozova A.B., Azatbek T.A., Valieva S.N., Tuzelbaeva I.N., ZHumanazarov K.B. Rynok elektronnoj kommercii v Kazahstane: analiz sostoyaniya i napravleniya razvitiya, Economics: the strategy and practice, 2021. 16(1), 34-48.

6 Ermekkyzy D. 5 faktov ob elektronnoj trgovle v Kazahstane, The Steppe URL: <https://the-steppe.com/razvitiye/5-faktov-ob-elektronnoy-torgovle-v-kazahstane> (Date of access: 03.02.2021)

7 Osmanov A. Magnum: Budushchee e-commerce uzhe nastupilo // Soderzhanie vystupleniya TEDxAstana [Elektronnyj resurs] URL: <https://tengrinews.kz/money/magnum-budushee-e-commerce-uje-nastupilo-452678/> (Date of access: 12.01.2022).

8 Lim N. Analiz rynka roznichnoj elektronnoj kommercii v Respublike Kazahstan // Otchet po rezul'tatam issledovaniya PWC URL: <https://www.pwc.com/kz/en/publications/e-commerce/pdf/e-commerce-6m-2021-final.pdf> (Date of access: 21.01.2022).

9 Al'muhambetova B.Z., Ermankulova R.I. Perspektivy razvitiya elektronnoj kommercii v Kazahstane, European journal of economics and management sciences, 2019. №1, 9-11.

М.М. Татиева, К.А. Баясилова

#### Развитие электронной коммерции в Казахстане в период после COVID

В статье рассматриваются основные аспекты развития электронной коммерции в Республике Казахстан в период пандемии COVID-19, а также основные преимущества данного типа коммерции над традиционным. Кроме того, подчеркивается важность роли государственного регулирования данного экономического явления с рассмотрением законодательной базы как его основного инструмента, включая Закон «О рекламе» и государственной программы «Цифровой Казахстан - 2020», «Дорожная карта по развитию электронной коммерции в Казахстане до 2025 года». Рассмотрены теоретические основы электронной коммерции, включая ее основные типы, а также стратегия по развитию, предложенная государством. Чтобы показать повышение темпов роста сделок в сфере электронной торговли, проанализированы статистические данные на основе отчета крупных аудиторских и консалтинговых компаний, включая PWC. В качестве итога, авторами предложены основные выводы касательно ее потенциала, а также разработаны рекомендации по максимизации потенциала электронной коммерции на государственном уровне.

Новизна исследования заключается в том, что несмотря на достаточно быстрые темпы развития донной сферы в последние годы, вопрос нуждается в систематизации и определении основных приоритетов ее развития, попытка чего и была предпринята в настоящей статье.

На основании полученных результатов, основной вывод исследования в том, что потенциал электронной коммерции не используется в полной мере, а также предложены рекомендации по налоговому регулированию сделок в данной сфере.

*Ключевые слова:* электронная коммерция, пандемия COVID-19, цифровой Казахстан, предпринимательская деятельность, цифровая грамотность, розничная торговля, электронный перевод данных (EDI), электронный перевод средств (EFT).

М.М. Татиева, К.А. Баясилова

#### Қазақстанда COVID-тен кейінгі кезеңде электрондық коммерцияның дамуы

Мақалада COVID-19 пандемиясы кезеңінде Қазақстан Республикасында электрондық коммерцияны дамытудың негізгі аспектілері, сондай-ақ сауданың осы түрінің дәстүрліден негізгі артықшылықтары қарастырылады. Бұдан басқа, "Жарнама туралы" заңды және "Цифрлық Қазақстан - 2020" мемлекеттік бағдарламасын, "Қазақстанда электрондық

**Раздел 4. «Социально-гуманитарные науки Экономика»**

коммерцияны дамытудың 2025 жылға дейінгі жол картасын"қоса алғанда, заңнамалық базаны оның негізгі құралы ретінде қарастыра отырып, осы экономикалық құбылысты мемлекеттік реттеу рөлінің маңыздылығы атап өтіледі. Электрондық коммерцияның теориялық негіздері, оның негізгі түрлері, сондай-ақ мемлекет ұсынған Даму стратегиясы қарастырылған. Электрондық сауда мәмілелерінің өсу қарқынының өсуін көрсету үшін PWC қоса алғанда, ірі аудиторлық және консалтингтік компаниялардың есебі негізінде статистикалық деректер талданды. Нәтижесінде авторлар оның әлеуетіне қатысты негізгі тұжырымдар ұсынды, сонымен қатар мемлекеттік деңгейде электрондық коммерцияның әлеуетін арттыру бойынша ұсыныстар жасады.

Зерттеудің жаңалығы-соңғы жылдары төменгі саланың қарқынды дамуына қарамастан, мәселе оны дамытудың негізгі басымдықтарын жүйелеуді және анықтауды қажет етеді, бұл осы мақалада жасалды.

Алынған нәтижелер негізінде зерттеудің негізгі тұжырымы электрондық коммерцияның әлеуеті толық көлемде пайдаланылмайтындығында, сондай-ақ осы саладағы мәмілелерді салықтық реттеу бойынша ұсынымдар ұсынылған.

*Түйінді сөздер:* Электрондық коммерция, COVID-19 пандемиясы, Цифрлық Қазақстан, Кәсіпкерлік қызмет, цифрлық сауаттылық, бөлшек сауда, деректерді электрондық аудару (EDI), қаражатты электрондық аудару (EFT).

**Раздел 4. «Социально-гуманитарные науки Экономика»**

DOI 10.53002/2022.2-2309-1177.16

МРПТИ 16.31.51

A. B. Mukatay, A. K. Zhunussova, Yu. F. Sharipova, N. V. Druzhinina

*Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan  
(E-mail: ansagan0404@mail.ru)***Applying of b. Bloom's Taxonomy in the english lesson**

Bloom's Taxonomy is a version of the classification of pedagogical purposes. A group of scientists led by Benjamin Bloom in 1956, wrote in the same year the book «Taxonomy of educational objectives: the sphere of knowledge.» The article deals with the concept of critical thinking, the interpretation of this concept by Russian and foreign scientists, considers Bloom's taxonomy as a multi-level system for constructing a foreign language lesson, and also demonstrates the results of a study on the level of formation of critical thinking skills among students with an A1 level of knowledge of English and provides An example of an English lesson based on Bloom's Taxonomy.

*Key words:* critical thinking, arguments, Bloom's taxonomy, knowledge, analysis, synthesis, evaluation, art.

Being able to think critically is important for a person living in the 21st century. The main reason why you need to teach critical thinking can be considered the fact that thinking is necessary for making important decisions. Numerous studies have shown that the modern learning process needs to ensure that graduates of schools, colleges, universities, etc. possess the knowledge and skills that would enable them to contribute to the growth of the world economy and participate in democratic processes. In the course of the formation of critical thinking skills, students form and develop oral speech skills, develop such personality traits as ingenuity, the ability for non-standard solutions, problematic visibility, mobility, mental flexibility, information and communication culture, i.e. critical thinking [1].

The concept of "critical thinking" in modern science is interpreted ambiguously: on the one hand, it is associated with the negative, as it involves a dispute, conflict; on the other hand, it combines the concepts of "critical thinking", "analytical thinking", "logical thinking", "creative thinking". Both foreign scientists (K. Meredith, C. Temple and J. Still, R. Paul) and Russian scientists (M.V. Klarin, S.I. Zair-Bek, I.A. Zimnyaya, T.F. Noed-Tsygul'skaya, G.V. Sorina) and they were all united in the following:

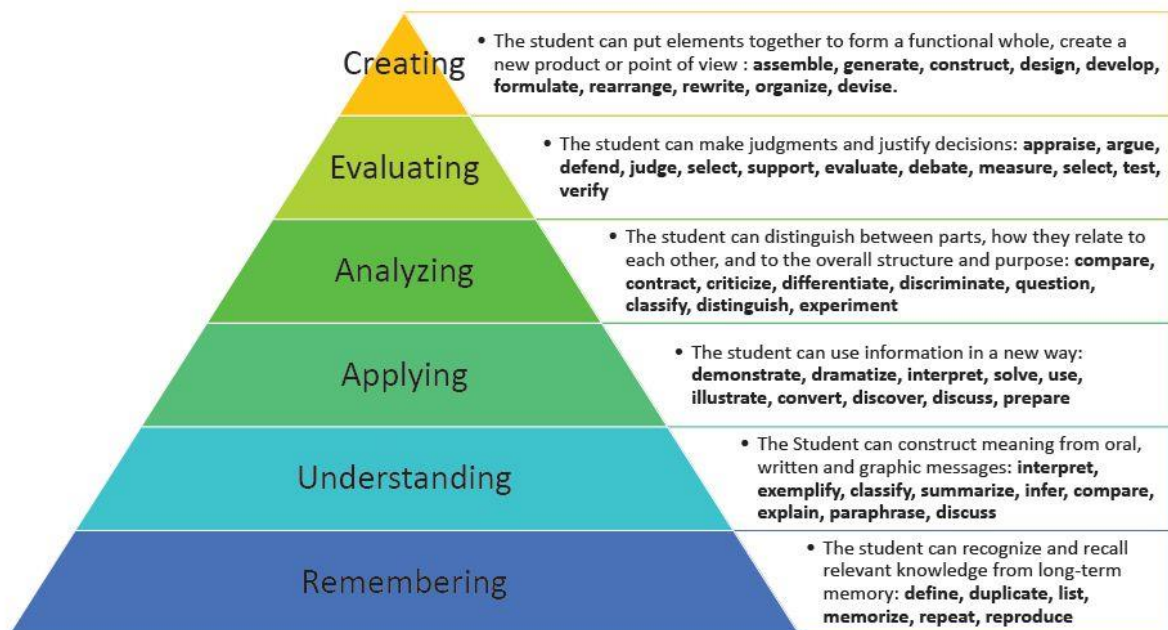
- critical thinking - rational, reflective thinking, which is aimed at determining what should be believed or what actions should be taken [2];
- critical thinking allows you to analyze the situation described by yourself; draw conclusions and generalizations; form an assessment of the surrounding information field;
- critical thinking is the ability to evaluate various ideas, facts, events, rules, principles in absolutely any area of life [3];
- critical thinking contributes to self-development and self-improvement of the individual.

Before entering the classroom, the teacher sets himself certain goals and objectives, which are subsequently implemented in the learning process. In the 1950s, professor of pedagogy at the University of Chicago B. Bloom tried to construct a hierarchy of educational goals covering the cognitive area, which would describe step by step the levels of human thinking and the resulting learning tasks. B. Bloom believed that the lesson should include 6 steps, both the simplest actions of students in the lesson, and complex learning activities, for example: memorization (remembering), understanding (understanding), application (applying), analysis (analyzing), synthesis (evaluation) and evaluation (creating). Let's consider each of them in more detail.



## Раздел 4. «Социально-гуманитарные науки Экономика»

A critical thinking development technique is a technique for organizing education and the educational process, applicable to any project and any discipline. It forms a culture of cooperation, a culture of cooperation with information, the development of a key position with the outside world and with oneself, forming a "thinking person". By applying this technique in practice, the methodologist expects to develop an interest in the subject, students' critical understanding of the information they receive during their learning and life experience, conscious use of the material being studied, generalization, reflection on their own Activities, summary ability. Techniques for developing critical thinking in foreign language classes often have the following characteristics: If a person has any information, then it encourages critical thinking. This means that information is an integral part of the process of developing critical thinking skills. In the process of learning, one acquires knowledge, including the experience of different scientists. One of the main factors should be independence. It is understood as having one's own point of view on the problem under study, despite the opinions of others. But at the same time, its sociality is considered as another important attribute, D. Kluster pointed out in his work "What is Critical Thinking": one must consciously approach the solution of a specific problem"[1].



Picture 1. Bloom's taxonomy

The first step is knowledge, material, information, remaining knowledge about the subject, facts. So, for example, for the memory level, tasks that start with a verb remember, repeat, list, name, write, imitate, etc. The second stage is the understanding, interpretation, and transformation of the material from one form of expression to another. Understanding is achieved through explanation, description, definition, discussion, presentation. The third step is to apply. This stage implies the ability to use the studied material under specific conditions and in new situations. Tasks aimed at applying knowledge are formulated using the verbs decide, plan, etc. The fourth step is analysis. This stage is characterized by principles of construction, the ability to break down a material into its component parts, and the ability to use new materials in new situations. Analytical skills are formed by tasks with key verbs such as explore, compare, etc. The fifth step is synthesis. The purpose of this phase is to obtain a new product, oral communication, reports, action plans. Student activities are creative. The final step - evaluation, is a judgment on the available data [4].

Our main goal was to display each level of B. Bloom's taxonomy in our lessons, and that's what we got.  
Lesson topic: "The first man on the Moon"

The purpose of the lesson: improving the skills of reading.

Remembering – Answer the following questions:

Who is N. Armstrong?

What did Armstrong say as he stepped onto the Moon?

## **Раздел 4. «Социально-гуманитарные науки Экономика»**

Why couldn't the astronauts sleep?

From what place did they start the flight to the Moon??

Answering this question, students fill in the associogram<sup>7</sup>

Understanding – “When and where did the journey begin? How long did it take? How far was the journey there? Where did the journey end?”

Apply - Find and show other students some photos of the first man on the moon.

Analysis - decide which photos you will feature in our gallery.

Explain your choice.

Create - Invite your best friends to your personal photography exhibition.

Remember - before you go to an exhibition with your friend, please tell me the rules he should follow when going to places like galleries, museums or exhibitions.

This approach to organizing an English lesson gave its positive result, of course, not immediately, and not without the help of tasks for the development of critical thinking, but the difficulties that we encountered at the beginning of the experiment were overcome, students easily accept any new task proposed by the teacher, are able to give an informed opinion, have learned to give arguments both “for” and “against”, as well as analyze and synthesize new information.

### LIST OF USED LITERATURE:

- 1 Клустер Д. Что такое критическое мышление? // Критическое мышление и новые виды грамотности. - М.: Новое Просвещение, 2008. С. 5-13.
- 2 Сорина Г.В. Критическое мышление: история и современный статус. Вестник Московского университета. - Серия 7. Философия. - 2003. - № 6. С. 97-110.
- 3 Темпл, Ч. Критическое мышление и критическая грамотность // Перемена. 2005. № 2. С. 15-20.
- 4 Bloom, B.S., (Ed.). 1956. Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I, cognitive domain. New York: Longman.

А.Б. Мұқатай, А.К. Жунусова, Ю.Ф. Шарипова, Н.В. Дружинина

### **Применение таксономии Блума на уроках английского языка**

Таксономия Блума – вариант классификации педагогических целей. Предложена группой ученых под руководством Бенджамина Блума в 1956 г., написавшего в том же году книгу «Таксономия образовательных целей: сфера познания». В статье идет речь о понятии критическое мышление, трактовка данного понятия российскими и зарубежными учеными, рассматривается таксономия Блума, как многоуровневая система построения урока иностранного языка, а также демонстрируются результаты исследования на уровень сформированности навыка критического мышления среди студентов с уровнем знания английского языка А1 и приводится пример урока английского языка, построенный на основе Таксономии Блума.

*Ключевые слова:* критическое мышление, аргументы, таксономия Блума, знание, анализ, синтез, оценка, искусство.

А.Б. Мұқатай, А.К. Жунусова, Ю.Ф. Шарипова, Н.В. Дружинина

### **Блум таксономиясын ағылшын тілі сабақтарында қолдану**

Блум таксономиясы-педагогикалық мақсаттарды жіктеудің нұсқасы болып табылады. Бенджамин Блум басқарған ғалымдар тобы 1956 жылы сол жылы "Білім беру

**Раздел 4. «Социально-гуманитарные науки Экономика»**

мақсаттарының таксономиясы: білім саласы" кітабын жазды. Мақалада сыни ойлау ұғымы, бұл ұғымды орыс және шетелдік ғалымдардың түсіндіруі қарастырылады. Блум таксономиясы шет тілі сабағын құрудың көп деңгейлі жүйесі ретінде қарастырылады, сонымен қатар А1 деңгейі бар студенттерде сыни ойлау дағдыларын қалыптастыру деңгейін зерттеу нәтижелері көрсетілген. Ағылшын тілін білу деңгейі және Блум таксономиясына негізделген ағылшын тілі сабағының мысалын келтіреді.

*Түйінді сөздер:* сыни ойлау, дәлелдер, Блум таксономиясы, білім, талдау, синтез, бағалау, өнер.

**Раздел 4. «Социально-гуманитарные науки Экономика»**

DOI 10.53002/2022.2-2309-1177.17

МРНТИ 77.01.21

УДК 77.03.05

А.Б. Трус

*Карагандинский индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан  
(E-mail: [allarus0843@gmail.com](mailto:allarus0843@gmail.com))*

**Влияние дистанционного формата обучения на занятия физической культурой в вузе**

В данной статье рассмотрено влияние дистанционного обучения на занятия физической культурой. Подробно описаны основные методы и формы организации занятий физической культурой в условиях пандемии, описывается структура самостоятельных занятий, принципы их построения, методы регулирования физической нагрузки в условиях дистанционного обучения и пониженной двигательной активности. Автор отмечает, что необходимо объяснять студентам, что при самостоятельных занятиях необходимо применять самоконтроль, регулировать уровень нагрузки, ориентируясь на собственный тип конституции, на медицинскую группу и физическое развитие.

В статье рассматривается важность применения на самостоятельных занятиях физической культурой современных систем оздоровления, правильное использование их положительных характеристик для формирования умений и навыков самостоятельной организации занятий физическими упражнениями, повышения мотивации студентов к физическому совершенству и самосовершенствованию.

Автором подробно описываются структура и правила и составления комплексов общеразвивающих упражнений, комплексов утренней, ритмической гимнастики, шейпинга и калланетики, силовых тренировок рекомендации по их выполнению.

*Ключевые слова:* студент, пандемия, дистанционное обучение, образование, двигательная активность, упражнения, комплексы, интернет -ресурсы.

Сложная эпидемиологическая ситуация, сложившаяся в нашей стране и в мире, вызванная распространением коронавирусной инфекции, а на сегодняшний момент и омикроном привнесла значительные изменения в жизнь общества.

В условиях пандемии произошли значительные изменения и в сфере образования. На первый план выходит применение элементов дистанционного обучения, которое является самым актуальным методом получения знаний.

Занятия по дисциплине «Физическая культура» в этот непростой период, так же, как и другие дисциплины, преподаваемые в университетах, перешла на дистанционный формат.

Как мы знаем, физическая культура направлена на оздоровление организма человека, так как значительно снижает психологическую и умственную нагрузку. Регулярные занятия дают возможность организму расслабиться, а также получить необходимый заряд бодрости и энергии.

В силу того, что студенты и преподаватели вынуждены обучаться и преподавать удаленно, в их жизни все больше начинает преобладать сидячий образ жизни, который негативно сказывается на их самочувствии.

После объявления локдауна многие полагали, что физическую культуру будет сложно преподавать в дистанционном формате. Но цифровые технологии развиваются достаточно быстро и среди огромного количества интернет-ресурсов преподавателям открылась возможность выбирать для себя максимально удобные, конечно, для этого пришлось, в кратчайшие сроки повысить уровень квалификации в рамках цифровой грамотности.

## Раздел 4. «Социально-гуманитарные науки Экономика»

Для ведения занятий по физическому культуре преподаватели физического воспитания пользуются установленной в Карагандинском индустриальном университете системой MOODLE, созданной специально для дистанционного обучения, где создан курс по дисциплине для студентов 1.2 курса. Курс содержит несколько блоков, которые можно создавать, редактировать и дополнять. Это сведения о преподавателе, курс лекций и практические задания, которые представлены гиперссылками. Обратная связь осуществляется выполнением практических заданий, подготовкой презентаций, заполнением анкет и тестированием.

Так как физическая культура представлена практическими занятиями, а в условиях карантина и самоизоляции приоритетным становится двигательная активность студентов преподаватели физического воспитания Карагандинского индустриального университета разработаны видео – комплексы для самостоятельных занятий студентами, которые состоят из следующих разделов:

1. Утренняя гимнастика.
2. Общеразвивающие упражнения.
3. Ритмическая гимнастика.
4. Шейпинг и калланетики для групп девушек.
5. Силовые тренировки.

Комплекс утренней гимнастики состоит из упражнения, которые задействуют все группы мышц упражнения на укрепление мышц шеи, плечевого пояса, рук, туловища, нижних конечностей, упражнения на растяжку.

При составлении комплекса утренней гимнастики необходимо соблюдать следующие рекомендации:

1. Упражнения должны быть максимально просты в выполнении.
2. Комплекс должен быть четко последователен в выполнениях упражнений.
3. Комплекс обязательно должен содержать в себе следующие компоненты:

- ходьба на месте;
- наклоны вперед, назад, влево, вправо, с добавлением разнообразных движений руками;
- повороты туловища вправо и влево, так же с разнообразными движениями рук вперед-вверх, в стороны, вниз и т. д.;
- махи ногами в различных направлениях;
- выпады вперед, назад, в стороны;
- упражнения для укрепления мышц брюшного пресса (поднимание ног, туловища из положения, лежа на спине или сидя на полу);
- сгибание, и разгибание рук в упоре; упражнения на растягивание; упражнения для развития мышц ног (прыжки на месте на обеих ногах, приседания).

Регулярные занятия утренней гимнастикой укрепляют опорно-двигательный аппарат, развивают силу, гибкость и ловкость, что способствует повышению физической и умственной работоспособности, улучшают кровообращение, укрепляют сердечно-сосудистую систему, улучшают деятельность пищеварительных органов, способствует более продуктивной деятельности коры головного мозга [2].

Ритмическая и атлетическая гимнастика, комплексы шейпинга, калланетики и пилатеса используются как основные компоненты учебно-тренировочных занятий при дистанционном обучении.

В теории существует огромное количество различных вариантов занятий данными системами занятий, они могут отличаться подбором средств, дозировкой отдельных упражнений, а также их чередованием.

Напомним, что последовательность из нескольких упражнений, которые регламентируются количеством подходов, повторений, пауз называется комплексом упражнений. Он подразделяется на части. В свою очередь, части делятся на более мелкие блоки-серии, которые состоят из цепочек упражнений и связок между ними. Микроструктурными элементами являются упражнения, из которых составляются комбинации (соединения), входящие в цепочки.

Комплекс, как и полноценное занятие по физической культуре, состоит из 3 частей: подготовительной, основной и заключительной.

## Раздел 4. «Социально-гуманитарные науки Экономика»

Продолжительность первой подготовительной части или, как ее еще называют, разминки должна занимать 5–15% от общего времени.

Первые четыре упражнения можно выполнять не последовательно, так как эти соединения имеют локальное значение. А вот при наклонах в работу включается больше мышц и воздействие подобных упражнений приобретает региональный характер. Следовательно, они должны выполняться только после предварительной разминки. При построении подготовительной части нужно придерживаться принципа: от локального воздействия на опорно-двигательный аппарат к региональному, а затем к глобальному, ее можно завершить бегом и подскоками.

Основная часть должна занимать 80–85% от всего времени занятия, состоящих из нескольких серий.

Первая серия состоит из упражнений, прорабатывающих суставы и мышцы сверху вниз. Вторая – беговая. Третья серия – повторение первой, но с большей амплитудой. Четвертая – танцевальная или беговая. Пятая – партерная. Шестая – вновь беговая или партерная.

Далее условием правильно построенного занятия является наличие заключительной части, по времени она занимает 5–15% всего времени. Выделяют несколько серий, которые проводятся в этой части занятия. Это серия дыхательных упражнений и упражнения на расслабление, а также серия на психорегулирующее воздействие, включая аутотренинг, которые обеспечивают постепенное снижение тренировочной нагрузки и приведение организма в сравнительно спокойное состояние.

При дистанционном обучении можно проводить занятия, начиная с 15–30 минут, постепенно доводя их до максимума.

Калланетика – это комплекс упражнений, который направлен на сокращение и растяжение мышц, и подконтролен дыханию. Данный комплекс составляется блоками для мышц плечевого пояса, мышц живота и мышц. При выполнении заданий самостоятельно можно опираться на один комплекс, или же создавать собственный.

При дистанционном обучении также популярность приобрели комплексы пилатеса, которые являются большой находкой как для преподавателей, так и для студентов. Они просты в выполнении и не требуют много места. Данные упражнения направлены на увеличение прочности тела, улучшение осанки, баланса и координации. Комплексы выполняются так же сериями, преимущественно в партере – статические удержание тела в планке, боковой планке, подъёмы ног в боковой планке, перекаты на спине и т. д.

Силовые тренировки – это фитнес программы, которые проходят с применением различных утяжелителей. Например: гантели, штанги, гири, эспандеры и др., поэтому чаще используется в мужских группах. Воздействуя на различные мышечные группы, упражнения с отягощениями способствуют гармоничному развитию мускулатуры тела, улучшают осанку. Сплошное выполнение упражнений называется подходом или серией. Для того чтобы упражнение оказало максимальный эффект следует использовать несколько подходов. В основном количество подходов варьируется от 3 до 5 в среднем.

При использовании комплексов силовой тренировки для занятий на дистанционном обучении необходимо следовать ее главным принципам и задачам. В подборе силовых тренировок следует отталкиваться от веса и количества повторений. Существует 3 наиболее часто используемых вида нагрузки. Это с большим количеством повторений (более 12 раз), среднее количество повторений (от 5 до 8) и малое количество (от 1 до 3). Для развития силовой выносливости (уменьшения жировых отложений) применяются отягощения меньшего веса с большим числом повторений. Комплекс упражнений составляется таким образом, чтобы участвовали по возможности все мышечные группы число, которых зависит от поставленных задач [3].

Также стоит отметить плюсы и минусы дистанционного ведения занятий физической культурой.

К плюсам можно отнести то, что студенты становятся более самостоятельными и учатся самообразовываться и самоорганизовываться, студенты, которые не проявляли особой заинтересованности в занятиях из-за своей скромности, стали активнее проявлять себя на онлайн-занятиях.

К минусам можно отнести следующее: требуется больше времени для подготовки преподавателем программы занятий и проверки выполненных заданий; студентам тоже нужно время и определенные навыки для подготовки качественных видео роликов; привязанность занятий к дому, где нет условий

## Раздел 4. «Социально-гуманитарные науки Экономика»

для занятий спортом, групповые занятия более привлекательны для студента и переход к индивидуальному нуждается в дополнительной мотивации.

И все же, ни смотря на сложную обстановку, необходимо выступать единым фронтом против коронавируса и продолжать приобщение студенческой молодежи к физической культуре и спорту, активному и позитивному образу жизни.

### Литературные источники

- 1 Лубышева Л. И. «Современный ценностный потенциал физической культуры и спорта и пути его освоения обществом личностью» М.: ТипФК. 2012г. - № 6. 10 - 15с.
- 2 Лотоненко А. В., Стеблецов Е. А. «Молодежь и физическая культура». - М:ФОН, 2017г. – 317с.
- 3 3. Щербаков В.Г. «Введение в социологию физической культуры и спорта»(Курс лекций). — М.: РГАФК, 2016г. —121с.

### Қашықтықтан оқыту форматының сабақтарға әсері ЖОО-да дене шынықтырумен

А.Б. Трус

Бұл мақалада дене тәрбиесі сабақтарына қашықтықтан оқытудың әсері қарастырылған. Пандемия жағдайында дене тәрбиесі сабақтарын ұйымдастырудың негізгі әдістері мен нысандары жан-жақты сипатталған, дербес сыныптардың құрылымы, оларды құру принциптері, қашықтықтан оқыту және физикалық белсенділікті азайту жағдайында дене белсенділігін реттеу әдістері сипатталған.

Автор студенттерге өз бетімен оқу кезінде өзін-өзі бақылауды, жүктеме деңгейін реттеуді, дене бітімінің өзіндік түріне, медициналық топқа және физикалық дамуына назар аудару қажет екенін түсіндіру керек екендігін атап көрсетеді.

Мақалада өз бетінше дене тәрбиесі сабақтарында қазіргі заманғы сауықтыру жүйелерін қолданудың маңыздылығы, дене жаттығуларын өз бетінше ұйымдастыру дағдылары мен машықтануын қалыптастыру, білім алушылардың дене шынықтыру мен өзін-өзі жетілдіруге деген ынтасын арттыру үшін олардың жағымды қасиеттерін дұрыс пайдалану мәселелері қарастырылған.

Автор жалпы дене бітімін дамыту жаттығуларының, таңертеңгілік, көркем гимнастиканың, шейпинг мен калланетика, күш жаттығуларының кешендерінің құрылымы мен ережелерін және құрастыруын, оларды орындау бойынша ұсыныстарды егжей-тегжейлі сипаттайды.

*Түйінді сөздер:* студент, пандемия, қашықтықтан оқыту, білім беру, қозғалыс белсенділігі, жаттығулар, кешендер, интернет-ресурстар.

### Influence of distance learning format on classes physical culture at the university

A.B. Trus

This article examines the impact of distance learning on physical education classes. The main methods and forms of organizing physical culture classes in the conditions of a pandemic are described in detail, the structure of independent classes, the principles of their construction, methods of regulating physical activity in conditions of distance learning and reduced motor activity are described. The author notes that it is necessary to explain to students that during

**Раздел 4. «Социально-гуманитарные науки Экономика»**

independent studies it is necessary to apply self-control, regulate the level of load, focusing on their own type of constitution, medical group and physical development.

The article discusses the importance of using modern health improvement systems in independent physical education classes, the correct use of their positive characteristics for the formation of skills and abilities of independent organization of physical exercises, increasing students' motivation for physical perfection and self-improvement.

The author describes in detail the structure and rules and the compilation of complexes of general developmental exercises, complexes of morning, rhythmic gymnastics, shaping and callanetics, strength training recommendations for their implementatio.

*Keywords:* student, pandemic, distance learning, education, motor activity, exercises, complexes, Internet resources.

#### References

- 1 Lubysheva L. I. «Sovremennyy cennostnyj potencial fizicheskoy kul'tury i sporta i puti ego osvoeniya obshchestvom lichnost'yu» M.: TiPFK. 2012g. - № 6. 10 - 15s.
- 2 Lotonenko A. V., Steblecov E. A. «Molodezh' i fizicheskaya kul'tura». - M:FON, 2017g. – 317s.
- 3 SHCHerbakov V.G. «Vvedenie v sociologiyu fizicheskoy kul'tury i sporta»(Kurs lekcij). — M.: RGAFK, 2016g. —121s.



**Раздел 4. «Социально-гуманитарные науки Экономика»**

DOI 10.53002/2022.2-2309-1177.18  
 МПНТИ 77.03.05

A.B. Trus

**The method of circular training in improving the motor qualities of students  
 in physical education classes**

*Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan  
 (E-mail: alla.trus69@yandex.kz)*

The relevance of this article is associated with a sharp increase in the number of students with health disabilities. Adaptation to physical and nervous stress becomes a problem that requires a quick solution in the learning process. The most important role in solving the problem of reducing the psychosomatic health of students belongs to physical culture and sports. It is necessary to use all possible methods and means of health promotion based on a detailed differentiation of the educational process, the correct choice of forms of its organization, increasing the level of physical competencies of students, competent dosing of training loads taking into account numerous factors.

The choice of such a method as circular training is associated with its versatility, variability, relative simplicity of the exercises themselves, which, with the correct construction of exercise complexes, competent selection of the pace of exercises from a variety of starting positions, allow you to develop basic motor competencies in the shortest possible time

**Keywords:** students, health, methods, means of circular training, motor qualities, strength, endurance, coordination, Cooper test.

#### Conduction

Young people who have a certain reserve of health enter Universities, unfortunately, many of them have an insignificant reserve of health, with small reserve capabilities. The heavy academic load during school years, the lack of a decent motor regime, demanded sacrifices from the health side and as a result, half of the students have serious problems. And, on the part of motivation to an active motor mode - the presence of the most dangerous delusion of young people that they will still have time to change or improve their health without any effort on their part. But the facts show the opposite result and the problems are not visible to the naked eye.

In Karaganda Industrial University, as in all Kazakhstani universities, control standards provided for by the standard program are used for final control, the implementation of which in the last decade has been difficult for most students.

Physical education teachers monitor the entire spectrum of students' motor abilities during the course. Degradation of basic motor qualities is observed. Speed-strength qualities and endurance are developed by 30% of the possible indicators, running standards are fulfilled by units. A similar situation is observed in the long jump from a place. A little better in exercises for abdominal muscles, this is what concerns young men. In principle, the implementation of control standards by girls is called into question. And, what is most incredible and incomprehensible – this situation does not bother current students at all.

Thus, when assessing the physical form of students in the groups of Karaganda Industrial University, it was showed that out of 340 boys of 1.2 courses, according to the results of 1.2 terms, only 34 people fully fulfilled all control standards, out of 350 girls, none fulfilled all control standards.

Additionally, physical education teachers conducted physical form testing at 1,8.15 weeks of the first and second terms of the current academic year in order to identify the reaction of the cardiovascular, muscular, respiratory systems of students to the proposed load using functional tests. The students performed the Cooper Test and the simultaneous Martinet test, the Ruffier index, the orthostatic test, hypoxic samples of the Rod, Genchi.

#### **Раздел 4. «Социально-гуманитарные науки Экономика»**

Carrying out functional testing showed extremely low indicators of the level of general endurance and physical forms of students, 60-76% of students have unsatisfactory results of all functional tests and according to the tables are equated to senile age.

##### The main part

Students of our university are not athletes and do not have a full set of physical qualities and vital motor skills and abilities necessary for further professional activity. There is an urgent need to change the situation and every teacher of physical education needs to use the most effective methods of improving the level of basic physical qualities – strength, speed, dexterity, coordination - in their pedagogical activities aimed mainly at improving the health of students.

The method of circular training is the best suited for the complex development of motor qualities, its structure is aimed at educating the basic motor qualities, it is based on a small-group flow method of performing exercises, the positive characteristic of which is a clear normalization of physical activity and at the same time strict individualization of it. The combination of individual acyclic movements into an artificially cyclic structure by their serial repetitions makes it possible for the complex development of motor qualities and contributes to improving the overall efficiency of the body [1].

Circular training differs from other methods by using relatively simple exercises that, when properly applied, affect certain muscles of the arms, legs, back, and abdominal press. The simplicity of the movements allows you to repeat them many times. Performing exercises at a different pace and from different starting positions affects the development of certain motor qualities. The main task of using the circular training method in physical education is the effective development of motor qualities in conditions of a limited and rigid time limit with strict regulation and individual dosage of exercises performed [1].

The method of circular training is based on compliance with the following rules:

1. Mandatory warm-up in the form of general developmental exercises and even running for up to 10 minutes.
2. The set of exercises must necessarily fit into the planned part of the lesson, taking into account the physical forms of the group, taking into account gender and age.
3. The presence of 6 – 10 stations, each of which performs the same exercise for a certain time, according to the signal. You can use task cards.
4. For circular training, exercises without an object are used - with their own weight, with additional weights - using environmental influences, running and jumping uphill and downhill, up and down stairs, on various ground and exercises with objects and sports equipment - dumbbells, barbells, stuffed balls, kettlebells, expanders etc...
5. Exercises at stations can be performed with a certain time of execution and without the time of execution of the exercise for any other form of load dosage. The pace of movements can be different - from the average to the maximum level
6. Execution starts on one signal and ends on another. The teacher does not give any methodological instructions during the task completion time (30-40 minutes), does not correct mistakes, students move from one station to another during a 15-30 second rest in a circle.

Before performing a circular training, the teacher must correctly explain the impact of each exercise performed on the physical quality formed in this lesson, determine the ultimate goal of its development at a specific stage of training. Since the effect of using different methods of exercises is different, the teacher is required to use them correctly.

- according to the method of continuous exercise (predominant focus on endurance);
- according to the method of interval exercise with rigid rest intervals (predominant focus on strength and speed endurance);
- by the method of interval exercise with full rest intervals (predominant focus on strength, agility and specialized endurance) [2].

Teachers of physical education of Karaganda Industrial University, in order to increase the level of strength endurance, introduced a modernized Cooper strength test, performed by the method of circular training, into physical education classes. It is used on an ongoing basis in the preparatory, main and final part of physical education classes, depending on the tasks of the lesson, as well as students perform it independently, with the provision of a video report in the Moodle system of Kar IU.

## Раздел 4. «Социально-гуманитарные науки Экономика»

The Cooper Strength Test consists of 8 exercises and is carried out according to the method of continuous work - it is carried out without interruptions and consists of several repetitions of passing a circle and has the following options.

Option 1. Exercises are carried out without pauses at the time of their execution in the complex and between circles. Exercises at each station are performed at a free pace, without taking into account time. The increase in the load is due to an increase in repetitions for one or two of each station or by moving to the next, more difficult complex.

Option 2. Exercises are carried out without pauses, but with a target time - the time of passing one lap is multiplied by the number of laps, the goal is to strive to reduce the time or transition to a more complex set..

Option 3. Exercises are carried out without interruptions. The dosage and time of each lap remain standard, and the number of laps increases [3].

### Conclusions.

A current student, and soon a modern employee, should have the ability to concentrate and switch attention, to process significant amounts of information, to be able to respond correctly and quickly to changing of the situations, to have sufficient resistance to psychoemotional stress, hypokinesia and adverse environmental factors.

An important role in solving these problems belongs to the means of physical culture and sports. At the same time, the need for advertising of rational modes of mass physical culture increases. Circular training can be attributed to such means, which allows you to develop basic motor qualities faster, but it is even more effective when improving complex manifestations of motor qualities. The density of classes during circular training increases almost twice as compared to the density of the lesson conducted according to the generally accepted method, which allows you to simultaneously develop the cardiovascular and respiratory systems. Significantly increases the activity, consciousness and discipline of students.

A wide range of possibilities of circular training allows you to use it with a contingent of different levels of fitness and age [4].

### References

- 1 Volkov V.V. Maximum physical exertion and maximum training loads in the practice of physical education and sports // Theory and practice of physical culture. – 2018. – No. 11. – pp. 46-49.
- 2 Gurevich I.A. Circular training in the development of physical qualities. – Minsk: Higher School, 2018 – 255 p.
- 3 Romanenko V.A., Maksimovich V.A. Circular training during mass physical culture classes. – M.: Physical culture and sport, 2016 – 143 p.
- 4 Chunin V.V., Filin V.P. Complex - circular form of physical education classes at the university // Theory and practice of physical culture, – 2014. – No. 5 – 10. – pp. 58 – 62.

А.Б. Трус

### Оқушылардың моторикасын жетілдірудегі дөңгелек жаттығу әдісі дене шынықтыру сабақтарында

Бұл мақаланың өзектілігі денсаулығының ауытқулар бар студенттер санының күрт артуымен байланысты. Оқу процесінде физикалық және жүйке күйзелістеріне бейімделуді тез шешуді қажет ететін мәселеге айналды. Студенттердің психосоматикалық денсаулығының төмен мәселесін шешуде дене шынықтыру және спорт маңызды рөл атқарады. Оқу процесін егжей-тегжейлі саралауға, оны ұйымдастыру нысандарын дұрыс таңдауға, студенттердің физикалық құзыреттілігінің деңгейін арттыруға, көптеген факторларды ескере отырып, оқу жүктемелерін сауатты мөлшерлеуге негізделген денсаулықты нығайтудың барлық мүмкін әдістері мен құралдарын пайдалану қажет.

**Раздел 4. «Социально-гуманитарные науки Экономика»**

Айналымды жаттығу сияқты әдісті таңдау оның әмбебаптығымен, өзгермелілігімен, жаттығулардың салыстырмалы қарапайымдылығымен байланысты, олар жаттығулар жиынтығын дұрыс құра отырып, әртүрлі бастапқы позициялардан жаттығуларды орындау қарқынын дұрыс таңдай отырып, қысқа мерзімде негізгі қозғалыс құзыреттіліктерін дамытуға мүмкіндік береді.

*Түйінді сөздер:* студенттер, денсаулық, әдістер, айналмалы жаттығулар, қозғалыс сапасы, күш, төзімділік, үйлестіру, Купер тесті.

А.Б. Трус

**Метод круговой тренировки в совершенствовании двигательных качеств учащихся на уроках физической культуры**

Актуальность данной статьи связана с резким увеличением числа студентов с отклонениями в состоянии здоровья. Адаптация к физическим и нервным нагрузкам становится проблемой, требующей быстрого решения в процессе обучения. Важнейшая роль в решении проблемы снижения психосоматического здоровья студентов принадлежит физической культуре и спорту. Необходимо использовать все возможные методы и средства укрепления здоровья, основанные на детальной дифференциации учебного процесса, правильном выборе форм его организации, повышение уровня физических компетенций студентов, грамотное дозирования учебных нагрузок с учетом многочисленных факторов.

Выбор такого метода, как круговая тренировка связан с его универсальностью, вариативностью, относительной простотой самих упражнений, которые при правильном построении комплексов упражнений, грамотном подборе темпа выполнения упражнений из разнообразных исходных положений позволяют в кратчайшие сроки развить основные двигательные компетенций

*Ключевые слова:* студенты, здоровье, методы, средства круговой тренировки, двигательные качества, сила, выносливость, координация, тест Купера.

**Раздел 4. «Социально-гуманитарные науки Экономика»**

DOI 10.53002/2022.2-2309-1177.19

МРНТИ 77.03.07

Р.К. Колесникова

*Карагандинский индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан***Влияние физической культуры на социальную активность студентов**

В данной статье были рассмотрены вопросы влияния занятий физкультурой в высшем учебном заведении на социальную активность студентов, а также их успеваемость. Рассматривается положительное влияние занятий физической культурой и спортом на организм студентов, их работоспособность и активность. Было проведено анкетирование среди студентов с 1-ого по 3-ий курс Карагандинского индустриального университета, по результатам которого было выявлено, что такие показатели как, успеваемость, социальная активность, на порядок выше у тех обучающихся, которые стабильно и эффективно занимаются физической активностью, чем у тех, кто пренебрегает занятиями физической культурой. Также была отмечена важная роль дисциплины «Физкультура» в формировании личности студентов, их профессиональном ориентировании, а также в развитии их социальных качеств.

*Ключевые слова:* физическая активность, социальная активность, спорт, студент, мотивация, здоровый образ жизни, физкультура.

*Введение*

На сегодняшний день к выпускникам вузов предъявляются достаточно высокие требования в связи с тенденцией быстро изменяющейся ситуации в экономической и социальной сферах. Те знания, умения и навыки, которые были получены в стенах университета, дают возможность студентам быть более конкурентными на рынке труда, что в свою очередь так же дает им возможность претендовать на достойную, высокооплачиваемую работу. Во время учебного процесса студенты получают не только базовые знания по своей дисциплине, но и изучают дополнительные учебные дисциплины, которые направлены на развитие кругозора, а также учат их думать, анализировать, искать подходящую информацию, делать соответствующие выводы и принимать решения. За все годы обучения в вузе полученные знания, навыки самообразования, самоорганизации и самоуправления наделяют выпускника конкурентными качествами [1].

*Основная часть*

При обучении студентов разных специальностей в высшем учебном заведении упор делается на развитие всех необходимых профессиональных качеств успешного и современного руководителя. Это в первую очередь способность грамотно и четко руководить коллективом, создавать здоровую рабочую атмосферу, знать всю систему управления изнутри, знать производственную технологию той сферы, в которой он ведет свою деятельность. Осуществление развития данных качеств в полной мере возможно только при максимальной социальной активности. А социальная активность в свою очередь закладывается на занятиях физической культурой. Именно активная физическая деятельность студента оказывает положительное влияние на все функции организма. Значительно улучшается работоспособность, ускоряются все обменные процессы в организме, укрепляется сердечно-сосудистая система, вырастает показатель жизнедеятельности.

На современном этапе, когда технологический прогресс не стоит на месте, приобретают актуальность научные исследования, связанные с отслеживанием физической активности человека, в частности студентов, ведь именно от них зависит будущее не только страны, но и всего человечества. Как показывают исследования, сокращение двигательной активности способствует развитию ряда

#### Раздел 4. «Социально-гуманитарные науки Экономика»

негативных изменений в организме студентов. В это время возникает необходимость гармонизации тех качеств в личности студента, которые направлены на профессиональное становление личности, в период получения высшего образования. Сегодня к выпускникам предъявляются достаточно высокие требования не только к их умственным способностям, но и также к их физической функциональности. Проведенные исследования показали, что состояние здоровья молодежи существенно снижается и вызывает опасение на будущее поколение. Таким образом, дисциплина «Физическая культура» актуальна как никогда в образовательном процессе подрастающего поколения, так как именно она способствует пропорциональному и гармоничному развитию личности студента, а также способствует укреплению и оздоровлению организма в период максимальной умственной нагрузки [2].

Множество проведенных исследований указывают на то, что среди молодежи физкультура еще не стала необходимой и жизненно важной потребностью. Нами был проведен анкетный опрос среди студентов с 1-го по 3-й курса Карагандинского индустриального университета (n=500) на предмет предпочтений к занятиям физкультурой или другими различными видами спорта, который показал, что систематически занимаются физической культурой от 3 до 6 раз в неделю всего 6-10% студентов, т.е. от 30 до 50 человек из 500. Утренней зарядкой занимаются 12% студентов 1-ого курса, 9% студентов 2-ого курса и всего 5% студентов с 3-ого курса. Лучше всего ответы на анкетные вопросы выглядят у студентов, которые занимаются различными видами физической активности. Их ответы можно расценивать как положительное отношение к вопросу поддержки системы двигательной активности. Доля студентов из общего числа опрошенных, которые занимаются физкультурой хотя бы 2-3 раза в неделю составляет от 5 до 45% с учетом вида двигательной активности. Наибольшее число студентов предпочитают заниматься спортивными играми 30% студентов 1-ого курса, 24% 2-ого курса и 40% студентов 3-ого курса. 25% студентов выбрали походы, как одну из форм двигательной активности, также они заинтересованы в занятиях легкой атлетикой [3].

Исходя из проведенного опроса видно, что большая часть студентов от 54% до 93% с разных специальностей и факультетов не занимаются утренней зарядкой, футболом, лыжным спортом, баскетболом, волейболом, легкой атлетикой, не посещают спортивный зал т.е. никаким образом не демонстрируют свою заинтересованность в развитии социальной активности в отношении физкультуры. Студенты активно отказываются от ведения здорового образа жизни, тем самым игнорируют свой социальный статус и не задумываются о физической культуре своей личности.

После тщательного рассмотрения и анализа ответов студентов на ответы анкетирования: «Какой вид физической активности вам нравится и хотели бы вы им заниматься?», «Каким спортом вы занимаетесь?» мы просчитали индексы (потребности и реальной активности).

Таким образом, у студентов 1-ого курса индекс потребности составил – 1,76; 2-ого курса – 1,64; 3-ого курса – 1,43. Индекс активности у 1-ого курса – 0,86; 2-ого курса – 0,76; 3-ого курса – 0,64. По полученным нами данным в ходе расчёта индексов, мы сделали следующие выводы, что студенты Карагандинского индустриального университета плохо мотивированы к занятиям физкультурой. Положительные мотивы студентов, заинтересованных в своем физическом совершенствовании, напрямую зависят от интереса в поддержании двигательной активности.

Подробно изучив отношение студентов к физической активности в университете, куда так же входят не только сами занятия, но и различного рода оздоровительные мероприятия, такие как эстафеты, спартакиады, походы, соревнования, мы определили, что 25% из принимающих участие в опросе стараются избегать участия в подобных мероприятиях, 14% участвуют временами, 40% посещают занятия физкультурой только ради оценки и не посещают спортивные мероприятия и всего 20% учащихся отметили, что занимаются физической активностью не только на занятиях, но и на повседневной основе. И 10% опрошенных отметили, что принимают участие в спортивных мероприятиях на постоянной основе.

Также по результатам анкетирования мы выявили ряд причин, которые мешают студентам заниматься физкультурой и участвовать в спортивных мероприятиях. Основные причины, это недостаток времени (45% из 100%), недостаток знаний и умений для самостоятельных занятий (20%), отсутствие необходимого инвентаря (10%) и 30% даже не задумывались над данными вопросами.

Поэтому, обращая внимание на такую бедственную ситуацию в сфере мотивации студентов на занятия физкультурой, многие вузы встали на путь переориентации учебных программ применяя в своей работе со студентами спортивно-ориентированное физическое воспитание. Данная переориентация способствует активному внедрению здорового образа жизни в студенческую среду.

## **Раздел 4. «Социально-гуманитарные науки Экономика»**

Следует отметить, что данное перепрофилирование требует от вузов наличия максимальной материально-технической базы, дабы обеспечить студентам комфортные условия для занятий различными видами спорта, а также дать студенту возможность самому выбирать тот вид спорта, которым он хочет заниматься. Но сталкиваясь с реальностью, не каждое высшее учебное заведение может себе это позволить. Стоит отметить, что обеспечение комфортных условий для занятий спортом положительно сказывается на развитии социальной активности молодежи, так как студенты, которые активно посещают спортивные мероприятия и занимаются физкультурой и спортом отличаются повышенной активностью, стабильным эмоциональным состоянием, высокой работоспособностью. Также такие студенты обладают стрессоустойчивостью, целеустремленностью, решительностью и выделяются высоким показателем трудолюбия. Физическая активность готовит студентов к профессиональной деятельности и социальной.

Ключевым фактором для увеличения физической активности студентов является создание мотивов и интересов к занятиям физкультурой. Для этого необходимо работать с молодежью, объяснять им как важно и необходимо повышать свою двигательную активность и вместе с ней и социальную, так как они напрямую взаимосвязаны [4].

Повышение социальной активности у студентов должно осуществляться при помощи формирования следующих мотивов. Основным мотивом для молодежи должно быть стремление к развитию своей личности по средствам занятиями физической культурой. Мотив дружеской солидарности, т.е. развитие желания общаться и взаимодействовать со своими сверстниками. Мотив соперничества, который помогает раскрыться личности, самоутвердиться, а также добиться авторитета в своем кругу, что в будущем поможет в профессиональной деятельности. Для того, чтобы воплотить в жизнь эти мотивы следует обратить внимание на группы стимулов. Первая группа направлена на повышение работоспособности, улучшения физических характеристик организма, таких как улучшение телосложения, выносливости, общей динамики самочувствия. Вторая группа, включает в себя следующие пункты, постановка разной сложности задач применяя при этом индивидуальный подход, а также подведение итогов после успешного достижения поставленной задачи, проведение среди факультетов и групп турниров по различным видам спорта с последующим награждением наиболее активных участников грамотами, медалями и ценными призами. Третья группа направлена на создание крепкого и дружного студенческого коллектива, в котором отрабатываются полученные в процессе обучения навыки управления, самоорганизации, соучастия. Четвертая группа стимулов характеризуется, использованием поощрений достижений студентов в процессе занятий физкультурой.

### *Заключительная часть*

Таким образом, подводя итог вышеизложенного, мы отметили, что если бы в учебных заведениях отменили преподавание физкультуры, то состояние здоровья молодого поколения было бы под угрозой. Привлечение студентов к занятиям физической деятельностью позитивно сказывается как на их двигательной активности, так и на социальной. Те студенты, которые активно занимаются физкультурой и спортом, оздоравливают свой организм лучше переносят стрессовые ситуации, наиболее мобильные, те навыки, которые они получают на занятиях помогают им в их профессиональной деятельности, что делает их конкурентоспособными и востребованными на рынке труда.

### Список использованных источников

- 1 Психодиагностика в спорте: учебное пособие для вузов / Марищук В. Л., Блудов Ю. М., Серова Л. К. М.: Просвещение, 2015. 349 с.
- 2 Физическая культура студента: учебник / под ред. В. И. Ильинича. М.: Гардарики, 2017. 448 с.: ил.
- 3 Бальсевич В.К. Физическая подготовленность: средства и методы оздоровления физической культурой. – М.: ВНИИФК, 2015.
- 4 Чекунова А.А., Калашин Р.Н. Физическая культура как средство формирования здорового образа жизни студентов // Научный Аспект. – 2017 Т. 2, №1. – С. 138-147.

**Раздел 4. «Социально-гуманитарные науки Экономика»**

R.K. Kolesnikova

**The influence of physical culture on the social activity of students**

In this article, the issues of the influence of physical education classes in higher education on the social activity of students, as well as their academic performance, were considered. The positive influence of physical culture and sports on the body of students, their performance and activity is considered. A survey was conducted among students from the 1st to the 3rd year of Karaganda Industrial University, the results of which revealed that such indicators as academic performance, social activity, are an order of magnitude higher among those students who consistently and effectively engage in physical activity than those who neglect physical education. The important role of the discipline "Physical Education" in the formation of students' personality, their professional orientation, as well as in the development of their social qualities was also noted.

*Keywords:* physical activity, social activity, sport, student, motivation, healthy lifestyle, physical education.

Р.К. Колесникова

**Влияние физической культуры на социальную активность студентов**

Бұл мақалада жоғары оқу орнындағы дене шынықтырудың студенттердің әлеуметтік белсенділігіне, сондай-ақ олардың үлгеріміне әсері мәселелері қарастырылды. Дене шынықтыру мен спорттың студенттердің денесіне, олардың жұмысына және белсенділігіне оң әсері қарастырылады. Қарағанды индустриялық университетінің 1-ші және 3-ші курс студенттері арасында сауалнама жүргізілді, оның нәтижелері бойынша дене шынықтырумен айналысатындарға қарағанда дене белсенділігімен тұрақты және тиімді айналысатын студенттердің үлгерімі, әлеуметтік белсенділігі сияқты көрсеткіштер әлдеқайда жоғары екендігі анықталды. Сондай-ақ, "дене шынықтыру" пәнінің студенттердің жеке тұлғасын қалыптастырудағы, олардың кәсіби бағдарлануындағы, сондай-ақ олардың әлеуметтік қасиеттерін дамытудағы маңызды рөлі атап өтілді.

*Түйін сөздер:* дене белсенділігі, әлеуметтік белсенділік, спорт, студент, мотивация, салауатты өмір салты, дене шынықтыру.

## References

- 1 Psihodiagnostika v sporte: uchebnoe posobie dlya vuzov / Marishchuk V. L., Bludov YU. M., Serova L. K. M.: Prosveshchenie, 2015. 349 s.
- 2 Fizicheskaya kul'tura studenta: uchebник / pod red. V. I. Il'nicha. M.: Gardariki, 2017. 448 s.: il.
- 3 Bal'sevich V.K. Fizicheskaya podgotovlennost': sredstva i metody ozdorovleniya fizicheskoy kul'turoj. – M.: VNIIFK, 2015.
- 4 Шекунова А.А., Калосин Р.Н. Fizicheskaya kul'tura kak sredstvo formirovaniya zdorovogo obraza zhizni studentov // Nauchnyj Aspekt. – 2017 T. 2, №1. – S. 138-147.



**Раздел 4. «Социально-гуманитарные науки Экономика»**DOI 10.53002/2022.2-2309-1177.20  
МРНТИ 77.03.07

А.Л. Мосунов

*Карагандинский индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан***Физическая культура и спорт в системе ценностей студентов**

В данной статье рассматривается роль физической культуры и спорта в системе ценностей студентов в высших учебных заведениях. Изучено понятие «ценности» в разрезе педагогического обучения, проанализированы результаты проведенного анкетирования и опроса среди студентов экономических и строительных специальностей. Также рассмотрена система ценностей молодежи на основе различных исследований в таких направлениях как, религия, философия, социология и т.д. Описано, что именно физическая активность является основой для эффективного физического воспитания, которая выступает одним из главных факторов развития как духовных, так и моральных качеств личности, которые помогают выстраивать и сформировывать многогранную и гармоничную личность. Рассмотрены те, моменты, которые студенты бы хотели видеть на занятиях физкультурой в вузе.

*Ключевые слова:* физическая культура, здоровый образ жизни, молодежи, воспитание личности, система образования.

*Введение*

Каждый день наше общество подвергается различного рода трансформациям, в следствии чего наши духовные и нравственные ценности кардинально изменяются. В нашей социальной жизни отвергаются не только морально и духовно нравственные устои, но и общечеловеческие ценности. Из-за того, что в сознании молодежи размываются общепринятые нормы нравственности под угрозой, становится культура здорового образа жизни. Без сомнения именно в период юношеского созревания происходит выбор жизненных идеалов и ценностей. Следует подчеркнуть, что важной дисциплиной в высшем учебном заведении наряду с другими является физическая культура, которая и помогает определить надежные ценностные ориентиры, мотивировать студентов на ведение правильного образа жизни. Ведь если у молодежи изначально будут неправильно сформированы нравственные ориентиры, то велика вероятность подверженности различным негативным влияниям.

Именно поэтому наша социокультурная действительность стала главной причиной переломного момента в сознании людей, вследствие чего подверглись изменениям любые представления о духовных и нравственных ценностях в данной социальной группе. Опираясь на многочисленные исследования, можно сделать вывод что система ценностей студентов на современном этапе представляет собой единство традиционных устоев и современных идеалов.

*Основная часть*

Главным отличием современной молодежи является их мобильность, легко обучаемость, гибкость, динамичность, в их ценностной иерархии индивидуальные ценности находятся выше, чем социальные. В их жизни на первый план выходит материальное благосостояние, карьерный рост, обучение, а приоритеты здорового образа жизни, как основа полноценной и гармоничной жизни уходят на второй план. Но именно здоровый образ жизни и такие качества личности как, целеустремленность, уверенность, трудолюбие, инициативность и воспитанность, которые как раз-таки и формируются на занятиях физкультурой способствуют гармоничному развитию личности, повышают уровень физического, психологического здоровья и являются условием успешной и долгой жизни.

Нами было проведено исследование, по окончании которого нам предстоит ответить на вопрос могут ли полученные ценности физической культуры оказать существенное влияние на становление личности студента. Принимая во внимание тот факт, что данная преподаваемая дисциплина является

#### **Раздел 4. «Социально-гуманитарные науки Экономика»**

завершающей в непрерывной системе образования. В последующем в жизни студентов не будет необходимых рычагов, которые мотивировали их на регулярные и систематические занятия физкультурой и спортом. Именно поэтому, важно быть максимально подготовленным к профессиональной деятельности и тот опыт, который был накоплен за столько лет, должен стать ценностью как для культурной личности [1].

Для того, чтобы корректно и объективно ответить на нами поставленный вопрос мы разделили наше исследование на два этапа. Первый этап заключался в рассмотрении и определении понятия «ценности» касательно сферы педагогики, а также их отражение в системе ценностей физической культуры и спорта. На втором этапе нами было проведено анкетирование среди студентов первого, второго и третьего курса экономических специальностей, задачей которого было определить чего именно ждут студенты от преподавания физической культурой, а также какой опыт и навыки они получили, а так же определить роль и место физкультуры и спорта в системе ценностей студентов Карагандинского индустриального университета.

Проанализировав различные труды ученых в сфере психолого-педагогических исследований, можно отметить, что многие такие исследования направлены на общее изучение целей педагогики, без осмысления задач образования в личностно-ориентированном понимании.

Поэтому, ученые склоняются к тому, что решение поставленных задач следует искать в таких доктринах как образование как ценность и ценности в образовании. Само понятие ценностей комплексно и захватывает практически все области за пределами педагогики, такие как культурология, социология, философия и т.д. Относительно нашего исследования мы рассматривали теорию ценностей касательно юношеского возраста.

Во многих работах педагогов проблема ценностей рассматривалась как взаимоотношения 50 субъектов, которые вовлечены в процесс педагогики. Это студенты, преподаватели, родители, учителя, ученики и т.д. В разрезе педагогики теория ценностей приобретает особую роль для раскрытия определенных аспектов человеческих взаимоотношений, которые напрямую взаимосвязаны с выбором жизненных ориентиров и процессом социализации личности [2].

На сегодняшний день существует множество научной литературы о ценностном потенциале физической культуры. Однако остаются вопросы. Место и роль физической культуры и спорта в системе ценностей студентов? Может ли физическое воспитание повлиять на структуру профессиональной личности? Высшее образование является последней ступенью в физическом воспитании, а после его окончания занятия спортом и физической культурой являются личным предметом каждого студента.

Ресурс молодежи, который накоплен в процессе многолетнего образования по дисциплине физическая культура, подразумевает что физическая культура — это необходимое средство для подготовки молодого поколения к конкурентоспособности в их будущей профессии. Так как именно ценность здоровья в ценностной иерархии является главным конкурентным преимуществом.

Физическая активность должна занимать в жизни современной молодежи одно из самых престижных мест, так как именно все социально значимые, нравственные ценности человек приобретает в силу своей трудовой деятельности, а не от рождения и своей биологической природы [3].

Спорт и физическую культуру стоит рассматривать не только как фактор физического здоровья общества, но и как элемент физического воспитания, сохранения здоровья молодежи и необходимого фактора для развития всех важнейших нравственных, духовных и морально-этических норм личности человека.

Как отмечал В.К. Бальсевич, мотивированность человека на занятия физической активностью напрямую зависят от физической образованности, в основе которой лежат правила и методы физической подготовки, средства физического самосовершенствования, а также законы функционирования человеческого организма. Все эти правила, методы и законы, а также пути совершенствования характеризуются как степень физической образованности [4].

Данная образованность молодежи в сфере физического воспитания способствует развитию физического потенциала и возможностей организма, а также оказывает положительное влияние на развитие личностных качеств, что в последствии сказывается на становлении самой культуры личности студента.

## Раздел 4. «Социально-гуманитарные науки Экономика»

Для того, чтобы определить роль и место физической культуры в жизни студентов преподаватели кафедры физического воспитания Карагандинского индустриального университета провели опрос и анкетирование.

В данных исследованиях принимали участие студенты экономических и строительных специальностей с первого по третий курс очного отделения. (50 человек). В процессе исследования были заданы следующие вопросы:

1. Подтвердились ли ваши ожидания от дисциплины «Физическая культура»?
2. Что бы вы хотели видеть на занятиях физкультурой?
3. Насколько важны для вас занятия физкультурой в университете?
4. Как вы считаете могут ли занятия физкультурой повлиять на становление личности через накопленные столетиями ценности?

Опрошенным студентам необходимо было ответить на поставленные вопросы и проставить рейтинг, который способствует определить какую роль играет физкультура и спорт в их обыденной жизни.

Необходимо сказать, что опрос проводился строго в начале рубежной недели, когда посещаемость в группах максимальная.

Исходя из полученных данных, большинство студентов первого курса регулярно занимаются физической культурой и спортом, а студенты второго и третьего курса нерегулярно занимаются спортом, либо не занимаются. В школе активно занималось всего 20% опрошенных студентов, 15% из них имеют разряды по различным видам спорта и все еще продолжают поддерживать форму, часть обучающихся 30% активно принимали участие в оздоровительных группах, и вся оставшаяся часть студентов никогда не посещали спортивные секции.

В школьное время постоянно посещали занятия физкультуры 80% студентов, не регулярно 15% и не посещали вовсе 5%.

Проанализировав анкетирование, можно сделать вывод, для многих студентов было удивительно наличие дисциплины «Физкультура» в университете (82%). При этом многие учащиеся считают, что наличие в расписании данной дисциплины является необходимостью и что это полезный предмет (68%). Негативно к наличию в образовательной программе физкультуры отнеслись 12% обучающихся. Относительно ожиданий студенты предпочли бы видеть существенные отличия преподавания в вузе от преподавания школе. Многие студенты хотели бы видеть более качественное преподавание в университете, возможность выбирать занятия, наличие большего количества самостоятельных занятий.

В опросе степени мотивации к занятиям физкультурой только 15% опрошенных поставили 9 баллов, 48% студентов оценили от 5 до 7 баллов и остальные оценили свою заинтересованность в занятиях от 0 до 3 баллов.

Для того чтобы объективно оценить результаты опроса и подвести итоги, мы использовали методику факторного анализа, где при помощи матрицы, которая включала в себе ответы на вопросы с определенной градацией, определили какое место занимает физическая культура в системе ценностей студентов.

Результаты исследования показали, что для студентов физическая культура занимает далеко не главенствующую роль в системе ценностей и занимает весьма опосредственное место, отдавая предпочтение семье, карьерному росту, друзьям, самореализации и т.д. Хотя для большинства молодежи понятие физическая культура как раз-таки и ассоциируется со здоровым образом жизни, здоровьем, при этом все равно в их иерархии ценностей физкультура занимает не очень важное место, а вот здоровье как раз наоборот отмечается достаточно важным.

Насторожится дает тот факт, что большинство студентов не видят смысла продолжать занятия физической культурой после окончания университета. Многие вообще не видят прямой зависимости занятий спортом и физической активностью, и их будущей сферой профессиональной деятельности. И лишь малая часть опрошенных нами студентов видят смысл в продолжении занятий физкультурой и спортом для поддержания и сохранения здоровья.

*Заключение.*

## Раздел 4. «Социально-гуманитарные науки Экономика»

Таким образом, можно сделать следующий вывод, что физическая культура и спорт в системе ценностей студентов имеет весьма опосредственное место. Характеризуя это лишь только как средство влияния на здоровье. У студентов высшего учебного заведения весьма высокие ожидания касательно преподавания дисциплины «Физическая культура», при этом их желание активно участвовать в спортивной жизни весьма низкое. Они не готовы уделять время на занятия физической культурой, принимать активное участие в оздоровительных мероприятиях, эстафетах, спартакиадах. Также стоит отметить, что на первом и втором курсе мотивированный настрой на занятия все же сохраняется у большинства студентов, что отличительно от студентов третьего курса, где увлеченность в занятиях практически отсутствует. Они вынуждены посещать занятия только из-за получения удовлетворительной оценки, но не для повышения и укрепления своего здоровья.

Многие студенты не видят смысла рассматривать занятия, как компонент их будущей специальности, что напрямую говорит нам о том, что они не готовы тратить свое время в будущем на занятия физкультурой. Таким образом, для того, чтобы поддерживать мотивацию на занятия спортом и сохранять ее в после образовательный период следует активно проводить просветительскую работу на занятиях физкультурой в вузе, для того чтобы у молодежи в их иерархии ценностей физическая культура и спорт стали одним из важнейших элементов, и заняли приоритетное место, а также частью их повседневной жизни.

### Список использованных источников

- 1 Кравец А.В., Утюганов А.А. Социальная природа ценностей и проблема организации и интериоризации ценностей и ценностных ориентаций в структуре личности // Вестник университета. Государственный университет управления. 2018. № 3. С. 230–235.
- 2 Коровин С.С. Ценностный потенциал физической культуры в воспитании личности: учеб. пособие для обучающихся по программам бакалавриата и магистратуры направлений подготовки. Оренбург: Изд-во ОГПУ, 2018. 212 с.
- 3 Востриков В.А. Ценности социума и физической культуры как феномены становления личности // Научное обозрение. Реферативный журнал. 2020. № 2. С. 31–41 [Электронный ресурс]. URL: <http://abstract.science-review.ru/ru/article/view?id=658>
- 4 Самсонова Е.А. Молодежь Тулы: ценностные ориентации и реалии повседневной жизни / Е.А. Самсонова, Е.Ю. Ефимова // Социологические исследования. 2019. № 11. С. 110-116.

А.Л. Мосунов

### Дене шынықтыру және спорт студенттердің құндылықтар жүйесінде

Бұл мақалада жоғары оқу орындарындағы студенттердің құндылықтар жүйесіндегі денешынықтыру мен спорттың рөлі қарастырылады. Педагогикалық оқыту аясында "құндылықтар" ұғымы зерттелді, экономикалық және құрылыс мамандықтарының студенттері арасында жүргізілген сауалнама мен сауалнаманың нәтижелері талданды. Сондай-ақ, дін, философия, әлеуметтану және т.б. салалардағы түрлі зерттеулер негізінде жастардың құндылықтар жүйесі қарастырылған. Бұл физикалық белсенділік тиімді дене тәрбиесінің негізі болып табылады, ол көп қырлы және үйлесімді тұлғаны құруға және қалыптастыруға көмектесетін адамның рухани және моральды қасиеттерін дамытудың негізгі факторларының бірі болып табылады. Студенттердің ЖООдағы денешынықтыру сабақтарында көргісі келетін сәттері қарастырылды.

*Түйінді сөздер:* дене шынықтыру, салауатты өмір салты, жастар, тұлғаны тәрбиелеу, білім беру жүйесі.

A.L. Mosunov

**Раздел 4. «Социально-гуманитарные науки Экономика»****Physical culture and sport in the students' value system**

This article examines the role of physical culture and sports in the value system of students in higher educational institutions. The concept of "values" in the context of pedagogical training is studied, the results of the survey and survey conducted among students of economic and construction specialties are analyzed. The system of values of youth is also considered on the basis of various studies in such areas as religion, philosophy, sociology, etc. It is described that it is physical activity that is the basis for effective physical education, which acts as one of the main factors in the development of both spiritual and moral qualities of a person, which help to build and form a multifaceted and harmonious personality. The moments that students would like to see in physical education classes at the university are considered.

*Keywords:* physical culture, healthy lifestyle, youth, personal education, education system.

**References**

- 1 Kravec A.V., Utyuganov A.A. Social'naya priroda cennostej i problema organizacii i interiorizacii cennostej i cennostnyh orientacij v strukture lichnosti // Vestnik universiteta. Gosudarstvennyj universitet upravleniya. 2018. № 3. S. 230–235.
- 2 Korovin S.S. Cennostnyj potencial fizicheskoy kul'tury v vospitanii lichnosti: ucheb. posobie dlya obuchayushchihsya po programmam bakalavriata i magistratury napravlenij podgotovki. Orenburg: Izd-vo OGPU, 2018. 212 s.
- 3 Vostrikov V.A. Cennosti sociuma i fizicheskoy kul'tury kak fenomeny stanovleniya lichnosti // Nauchnoe obozrenie. Referativnyj zhurnal. 2020. № 2. S. 31–41 [Elektronnyj resurs]. URL: <http://abstract.science-review.ru/ru/article/view?id=658>
- 4 Samsonova E.A. Molodezh' Tuly: cennostnye orientacii i realii povsednevnoj zhizni / E.A. Samsonova, E.YU. Efimova // Sociologicheskie issledovaniya. 2019. № 11. S. 110-116.

**Раздел 4. «Социально-гуманитарные науки Экономика»**DOI 10.53002/2022.2-2309-1177.21  
МРНТИ 82.33.19

Ә.С. Ақмағанбетова, Л.В. Чепелян

*Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан  
(e-mail: a.akmaganbetova@ttu.edu.kz)***Компания өнімділігін басқару құралы ретіндегі КРІ жүйесі**

Экономикалық қызметтің әртүрлі салаларындағы заманауи компаниялар көбінесе тиімділіктің негізгі көрсеткіштері негізінде қызметкерлерді ынталандыру жүйесін пайдаланады (КРІ). Сонымен қатар, КРІ мотивациясын нәтижесіз ететін бірқатар практикалық қиындықтар бар. Мақалада кәсіпорындағы қызметкерлерді ынталандыру жүйесінің жұмысын анықтайтын маңызды факторларға шолу жасалады. Зерттеу нысаны-интеграцияланған корпоративтік құрылымның құрамына кіретін құрылыс компаниясы. Басқарушы персонал үшін ынталандыру жүйесіне қойылатын негізгі талаптар, олардың жіктелуі, көрсеткіштері, ұсынылған ынталандыру жүйесін құрудың негізгі кезеңдері анықталды, сонымен қатар компанияның стратегия картасы мен лауазымдық нұсқаулықтардағы қызметкерлердің функционалдық міндеттерін талдау негізінде мақсат қоюдың алғашқы үш деңгейі үшін КРІ негізінде бонустық жүйе жасалды. Осы жүйені енгізудің мүмкін нәтижелері және оның құрылыс компаниясының тиімділігіне әсері туралы қорытынды жасалды.

*Түйінді сөздер:* персонал, басқару, еңбек, жүйе, еңбекақы, материалдық ынталандыру, сыйлықақы, тиімділік, түйінді көрсеткіштер

*Кіріспе*

Еңбекті ынталандыру белгіленген еңбек көрсеткіштері мен нәтижелеріне қол жеткізуге бағытталған тиімді еңбек қызметі қызметкер үшін маңызды қажеттіліктерді қанағаттандырудың және соның салдарынан оның еңбек мотивтерін қалыптастырудың қажетті критерийіне айналатын жағдайлар жасауды қамтиды. Ынталандыру дегеніміз-белсенділікке сыртқы ынталандыру, оның тиімділігі қызметкерге қызметкердің қажеттіліктеріне ұсынылатын артықшылықтар жиынтығына (ынталандыруларға) байланысты. Ынталандырудың негізгі мақсаты-адамды жұмыс істеуге итермелеу емес, оны жақсы жұмыс істеуге ынталандыру, оның жұмыс көрсеткіштерін жақсарту. Бұл менеджменттің белгілі бір уақытта қызметкер үшін маңызды қажеттіліктерді қанағаттандыра алатын игіліктер жиынтығының болуын және оларды жоғары еңбек нәтижелері үшін қызметкерді марапаттау үшін пайдалану мүмкіндігін білдіреді. Осы тетіктерді қолдана отырып, менеджмент еңбек белсенділігін арттырып немесе төмендетіп қана қоймай, оны өзгерту арқылы іс-әрекеттің мотивациясына әсер ете алады.

Зерттеушілердің көпшілігі-С. А. Шапиро, а.я. Кибанов, и. А. Баткаева, Е. А. Митрофанова, М. Армстронг, Т. Стивенс және т. б. [1, 2, 3] – дәстүрлі түрде ынталандырудың екі түрін ажыратады: материалдық және материалдық емес. Материалдық ынталандырудың жаңа тәсілдері дәстүрлі уақыттық жүйелерден немесе күрделілік коэффициенті бойынша ақы төлеуден бас тартуды, сондай-ақ оларды екі құрамдауыштан: базалық мөлшерлемеден және бөлімше/компания жұмысының жеке нәтижелеріне және/немесе тиімділігіне байланысты қосымша ынталандырушы төлемдерден тұратын еңбекақы төлеуге ауыстыруды көздейді.

*Негізгі бөлім*

Біз ірі бизнес кәсіпорындарына жататын және 26 кәсіпорынды біріктіретін "Имсталькон" АҚ (Алматы қ.) компаниялар тобына кіретін "Имсталькон-Теміртау" ЖШС ірі құрылыс компаниясында еңбекті материалдық ынталандыру жағдайына талдау жүргіздік. ЖШС қызметінің негізгі түрлері

## Раздел 4. «Социально-гуманитарные науки Экономика»

құрылыс-монтаждау жұмыстары, жобалау-іздістіру қызметі, сондай-ақ металл конструкцияларын өндіру болып табылады.

Тарифтік жүйені қолдана отырып, осы кәсіпорында еңбекті материалдық ынталандыруға қолданылатын тәсілдердің дәстүрлі сипатын атап өткен жөн. Бұл жүйенің кемшіліктері келесі ережелер болып табылады:

- жалақы деңгейін орындалған жұмысқа емес, лауазымның ресми атауына байланыстыру;
- тарифтік ставкаларды/лауазымдық айлықақыларды белгілеу/өзгерту қағидаттары регламенттелмеген;
- қызметкерлерге еңбекақы төлеу деңгейін арттырудың регламенттелмеген тәсілдері есебінен ЕТҚ бақылаусыз өсуі;
- ауыспалы бөлік жұмыскерлердің көпшілігімен табыстың тұрақты құрамдас бөлігі ретінде қабылданады, бұл ретте лауазымдық міндеттерді дұрыс орындау сыйлықақы төлеу үшін негіз болып табылады;
- сыйақы көрсеткіштерінің едәуір бөлігі бекітілген жауапкершілік аймағына байланбаған;
- менеджерлер, мамандар мен қызметкерлер үшін сыйлықақы көрсеткіштері ең алдымен пайда табумен байланысты.

Зерттеу барысында дәстүрлі сыйақының нысандарын қолданудың жағымсыз салдарын жою үшін, сондай-ақ ынталандыру әсерін арттыру үшін біз КРІ қолдануға негізделген еңбекті ынталандырудың ұтымды жүйесін ұсындық.

Еңбекті ынталандыру жүйесінің басты мақсаты-құрылыс ұйымының қызметкерлерін кәсіпорын басшылығы алға қойған стратегиялық және тактикалық мақсаттарға жетуге бағыттау мүмкіндігі. Сонымен қатар, еңбекті ынталандырудың ұтымды жүйесі қызметкерлердің тұрақтылығын қамтамасыз етуі керек; жаңа білікті кадрлардың келуі; қызметкерлердің тиімді жұмысы мен ұйымдастырушылық мінез-құлқын қамтамасыз ету. Компания үшін жұмысшылардың жалақысының ауыспалы бөлігінің мөлшерін анықтаудың келесі әдісі ұсынылады (1-кесте).

1- кесте – Персоналдың жекелеген топтарына сыйлықақы беру тәртібі

№	Персонал тобы	Персоналдың кіші тобы	Кезеңділігі	Сыйақы төлемдерін есептеу әдістері
1	Өндірістік персонал	құрылыс бригадалары	Ай сайын	Үшін 10 – 30% мөлшеріндегі сыйлықақы: - өндірістік тапсырмалар мен өндіріс нормаларын асыра орындау; - Орындалатын жұмыстардың жоғары сапасы; - тапсырмаларды орындау мерзімдерін қысқарту; - еңбекті қорғау және ҚТ ережелерін сақтау.
2	Әкімшілік персонал	Барлық бөлімдер	Ай сайын	КРІ жүйесі бойынша
3	Көмекші персонал	Барлық қызметкерлер	Ай сайын	Өндіріс жоспарының орындалуынан 10-15%
4	Басқарушы персонал	басшы	Ай сайын, жыл сайын	КРІ жүйесі бойынша

Қойылған мақсаттарға қол жеткізуді бақылау, әдетте, КРІ (Key Performance Indicators) әзірленген көрсеткіштер жүйесі арқылы жүзеге асырылады, олар операциялық стратегияны орындау және жалпы стратегиялық мақсаттарға қол жеткізу тұрғысынан кәсіпорын қызметінің тиімділігінің сандық көрсеткіштері болып табылады. КРІ жеке бөлімшелер үшін де, жеке қызметкерлер үшін де жасалуы

## Раздел 4. «Социально-гуманитарные науки Экономика»

мүмкін. Қойылған мақсаттарға қол жеткізу үшін нақты менеджерлер жауапты болғандықтан, олар үшін осы мақсаттарға тиімді қол жеткізуге ынталандыратын сыйақы жүйесін құру қажет.

Осылайша, олардың жұмысын ынталандыру арқылы стратегиялық мақсаттар мен персоналды басқару жүйесі арасындағы үйлестіруді қамтамасыз ету қажет.

Айта кету керек, басқарудың әр деңгейі осы деңгей шешетін функционалдық міндеттерге байланысты өзінің тиімділік көрсеткіштеріне сәйкес келеді.

"Имсталькон-Теміртау" ЖШС мақсат қоюдың төрт деңгейін бөлген жөн:

1. компанияның жалпы деңгейі;
2. құрылымдық бөлімшелердің деңгейі;
3. жеке жобалардың деңгейі;
4. жеке қызметкерлердің деңгейі.

КРІ әзірлеу кезінде біз келесі өлшемдерді басшылыққа алдық [4, 5]:

1. Көрсеткіштердің тепе-теңдігі, тым жоғары немесе тым төмен салмақтың болмауы.  
2. КРІ-ді компанияның стратегиясымен байланыстыру. Ең дұрысы, КРІ қызметкерге оның бизнес нәтижелеріне қалай әсер ететінін, компанияға көбірек пайда әкелетінін көрсетеді.

3. Көрсеткіштердің шектеулі саны. Негізгі көрсеткіштер неғұрлым көп болса, әрқайсысының салмағы соғұрлым төмен болады. Бұл қызметкерлердің ең аз салмақпен көрсеткіштерге назар аудармау қаупі жоғары екенін білдіреді. Сондықтан оларды орнатудың қажеті жоқ. Негізгі көрсеткіштердің оңтайлы саны-5 ± 2.

4. Өлшемділігі соғады. КРІ оңай өлшенетін сандық мәндерді көрсете отырып, анық және нақты тұжырымдалуы керек.

5. КРІ лауазымдық нұсқаулықтардан орнатылмауы керек, өйткені қызметкерге кейінгі сыйақы қызметкер жалақы алатын ағымдағы міндеттерді орындағаны үшін жүзеге асырылады. Сыйлық лауазымдық міндеттерден тыс нақты жетістіктер үшін төленеді.

5. КРІ-ді орындау және асыра орындау үшін қызметкерлерді марапаттау керек, әйтпесе демотивация механизмі басталады.

6. КРІ тәуелділігі. Бір тапсырмамен жұмыс істейтін қызметкерлердің немесе бағыныштылар мен менеджерлердің негізгі көрсеткіштері бір – біріне қайшы келмеуі керек немесе кейбіреулерді ортақ мақсатқа жетуге ынталандыруы керек, ал басқалары жоқ.

7. Көрсеткіштердің икемділігі. Тиімділіктің негізгі көрсеткіштері статикалық модель емес. Олар компанияның дамуымен өзгеруі керек.

8. Көрсеткіштер қолжетімділігі. Ол үшін КРІ-ді өндіріс нормасымен салыстыруға болады. Егер мақсат нормадан екі-үш есе асып кетсе, онда КРІ қол жетімді емес.

Біз Компанияның стратегия картасы және лауазымдық нұсқаулықтардағы қызметкерлердің функционалдық міндеттерін талдау негізінде мақсат қоюдың алғашқы үш деңгейіндегі компания менеджменті үшін КРІ жүйесін әзірледік (2-кесте).

2- кесте – Компанияның мақсаттары және оларды КРІ-мен байланыстыру

Проекция	Мақсаттары	КРІ
1	2	3
Қаржы	1. Компанияның кірістілігін арттыру	Пайда өсімі 15%
	2. Компанияның қаржылық көрсеткіштерін жақсарту	Төлемдерді орындау индексі және ақша ағынының сапасы
		Дебиторлық берешекті 40% төмендету
		Кредиторлық берешекті 10% төмендету
Нарық	1. Бірегей нарықтық позицияны жасау	Орындалған жұмыстар көлемінің 15% - ға өсуі
	2. Тапсырыс берушімен қарым-қатынасты басқару тиімділігін арттыру	Жобаларды іске асыру кестесін және оның жекелеген кезеңдерін сақтау



## Раздел 4. «Социально-гуманитарные науки Экономика»

	3. Клиенттердің ниеттестігін арттыру	Тұрақты клиенттер үшін кемінде 60%
		Компанияның имиджін арттыру, балл
	4. Мақсатты клиенттердің ағынын арттыру	Жұмыстардың жалпы көлеміндегі нысаналы тапсырыс берушілердің үлесін 20% - ға ұлғайту
1	2	3
Процестер	1. Сзықтық функционалды басқару жүйесін матрицаға түрлендіру	Ұйымдық құрылымды өзгерту мерзімдерін сақтау
	2. Жобаларды сату процесінің тиімділігін арттыру	Жобаның бюджетін орындау жоспарын және оның кезеңдерін сақтау
		Құжаттаманың толық жиынтығымен қабылданған жұмыстардың үлесін 95% - ға дейін арттыру
	3. Жобалар барысында тоқтап қалуды қысқарту жолымен объектілер салу кезеңін жеделдету	Жеткізілімнің үзілуіне байланысты жоспарланбаған үзілістердің ұзақтығын 80%-ға дейін азайту.
	4. Құрылыс жобаларының тәуекелдерін басқару әдістерін енгізу	Шығындарды үнемдеу және тәуекелдерді төмендету есебінен жобалардың тиімділігін 12% - ға арттыру
	5. Маркетингтік коммуникациялардың тиімділігін арттыру	Бизнес-процестер үшін "жауапты" және Тапсырыс беруші арасындағы коммуникациялардың сапасын 50% - ға арттыру.
Потенциал	1. Жоба жетекшілерінің кәсіби деңгейін арттыру	Жобалау менеджерлерінің біліктілігін арттыру жоспарын сақтау Внедрение рациональной системы стимулирования труда
	2. Клиенттермен қарым-қатынасты басқару процестерін тиімді ақпараттық қамтамасыз етуді құру	Процестерді бағдарламалық қамтамасыз етуді енгізу кестесін сақтау
	3. Сыйақының жаңа жүйелерін енгізу жолымен жобалық менеджерлердің жоғары уәждемесін қамтамасыз ету	Еңбекті ынталандырудың ұтымды жүйесін енгізу кестесін сақтау

Компанияның әрбір бөлімшесі үшін өз міндеттері мен мақсаттары бар, олардың орындалуы жалпы жұмыс нәтижесіне байланысты. Мақсаттарды бағалау мақсаттың орындалу мәртебесіне сүйене отырып жүргізілуі керек (3-кесте).

Әрі қарай, КРІ салмағына қарай, әр лауазым үшін салмақ коэффициенті белгіленеді, ол қызметкердің сыйлықақысының мөлшерін есептеу формуласында негізгі болады. Сыйақы мөлшері келесі формула бойынша есептеледі:

$$П = О \times N \times (K1 \times \alpha1 + K2 \times \alpha2 + K3 \times \alpha3 + \dots Kn \times \alpha n) \quad (1)$$

мұнда О – базалық лауазымдық жалақы;

N – КРІ орындау дәрежесіне байланысты базалық лауазымдық жалақыдан сыйлықақы мөлшері;

$\alpha$  – әрбір КРІ үлес салмағы;

K1, K2, K3, K4 – КРІ орындау коэффициенті (сандық немесе пайыздық мәні болуы мүмкін).

**Раздел 4. «Социально-гуманитарные науки Экономика»**

3-кесте – Сыйақы мөлшері KPI орындалу деңгейіне байланысты

Мақсат мәртебесі	Мақсатты орындау коэффициенті	Сыйақы
Қол жеткізілген жоқ	0-0,5	0%
Ішінара қол жеткізілді	0,5-0,8	10%
Қол жеткізілді	0,8-1	40%

*Қорытынды:*

Ұсынылған бонустық жүйені енгізу нәтижесінде біз келесі нәтижелерді күтеміз:

1. Клиенттерге шоғырлану есебінен түсімнің 10% - дан астамға артуы [4, 5, 6].
2. Клиенттердің кетуін азайту және нәтижесінде пайда алу.
3. Бизнес-процестердің уәждемесі мен тиімділігін арттыру есебінен еңбек өнімділігін бірнеше рет арттыру.
4. Қызметкерлерге шығындардың үш компонентіне әсер ету құралын құру: жалақы, сыйлықақылар және әлеуметтік жеңілдіктер.
5. Қызметкердің белгілі бір позициядағы мүмкін болатын табыс деңгейінің оның салыстырмалы құндылығымен байланысын анықтауға мүмкіндік беретін нақты және айқын техниканы құру.
6. Қызметкерлердің адалдығын арттыру және қызметкерлердің айналымын төмендету.

## Қолданылған әдебиеттер тізімі

- 1 Шапиро С.А., Шилаев А.В.. Факторы повышения эффективности труда персонала. М.: ИД «АТИСО», 2012. – 222 с.
- 2 Кибанов А.Я., Баткаева И.А., Митрофанова Е.А, Ловчева М.В. Мотивация и стимулирование трудовой деятельности. Учебник / Под ред. А.Я. Кибанова. М.: ИНФРА-М, 2019. – 524 с.
- 3 Армстронг М., Стивенс Т. Оплата труда: Практическое руководство по построению оптимальной системы оплаты труда и вознаграждения персонала / Пер. с англ. под ред. Т.В. Герасимовой. Днепропетровск: Баланс Бизнес Букс, 2007. – 512 с.
- 4 Ключков А.К. KPI и мотивация персонала. Полный сборник практических инструментов. М.: Эксмо, 2010. - 103 с.
- 5 Parmenter D. Key performance indicators : developing, implementing, and using winning KPIs. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2017. – 236 с.
- 6 Ларина А.И. Насколько эффективны KPI в компании, правильно ли разработаны? Проведите аудит: оцените ключевые показатели по 8 критериям // Директор по персоналу: Практический журнал по управлению человеческими ресурсами. 2017. № 2. С. 70-77.

А.С. Акмаганбетова, Л.В. Чепелян

**Система KPI как инструмент управления эффективностью компании**

Современные компании в разных сферах экономической деятельности часто используют системы стимулирования персонала на основе ключевых показателей эффективности (KPI). Вместе с тем существует ряд практических трудностей, делающих мотивацию по KPI нерезультативной. В статье представлен обзор значимых факторов, определяющих работоспособность системы стимулирования персонала на предприятии. Объектом исследования выступает строительная компания, входящая в состав интегрированной корпоративной структуры. Определены основные требования, предъявляемые к системе мотивации для управленческого персонала, их классификация, показатели, основные

## Раздел 4. «Социально-гуманитарные науки Экономика»

этапы построения предложенной системы мотивации, а также разработана система премирования на основе КPI для первых трех уровней постановки целей исходя из карты стратегии компании и анализа функциональных обязанностей служащих, содержащихся в должностных инструкциях. Сделаны выводы о возможных результатах внедрения данной системы, и ее влияния на эффективность деятельности строительной компании.

*Ключевые слова:* персонал, управление, труд, система, заработная плата, материальное стимулирование, премия, эффективность, ключевые показатели

Akmaganbetova A.S., Chepelyan L.V.

### KPI system as a tool for managing company performance

Modern companies in various areas of economic activity often use staff incentive systems based on key performance indicators (KPIs). However, there are a number of practical difficulties that make KPI motivation ineffective. The article presents an overview of the significant factors that determine the performance of the personnel incentive system in the enterprise. The object of the study is a construction company that is part of an integrated corporate structure. The main requirements for the motivation system for management personnel, their classification, indicators, the main stages of building the proposed motivation system are determined, and a bonus system based on KPI for the first three levels of goal setting is developed based on the company's strategy map and the analysis of the functional duties of employees contained in job descriptions. Conclusions are drawn about the possible results of the introduction of this system, and its impact on the efficiency of the construction company.

*Keywords:* Personnel, Management, labor, system, salary, material incentives, bonus, efficiency, key indicators

### References

- 1 SHapiro S.A., SHilaev A.V.. Faktory povysheniya effektivnosti truda personala. M.: ID «ATISO», 2012. – 222 s.
- 2 Kibanov A.YA, Batkaeva I.A., Mitrofanova E.A, Lovcheva M.V. Motivaciya i stimulirovanie trudovoj deyatel'nosti. Uchebnik / Pod red. A.YA. Kibanova. M.: INFRA-M, 2019. – 524 s.
- 3 Armstrong M., Stivens T. Oplata truda: Prakticheskoe rukovodstvo po postroeniyu optimal'noj sistemy oplaty truda i voznagrazhdeniya personala / Per. s angl. pod red. T.V. Gerasimovoj. Dnepropetrovsk: Balans Biznes Buks, 2007. – 512 s.
- 4 Klochkov A.K. KPI i motivaciya personala. Polnyj sbornik prakticheskikh instrumentov. M.: Eksmo, 2010. - 103 s.
- 5 Parmenter D. Key performance indicators : developing, implementing, and using winning KPIs. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2017. – 236 s.
- 6 Larina A.I. Naskol'ko effektivny KPI v kompanii, pravil'no li razrabotany? Provedite audit: ocenite klyucheveye pokazateli po 8 kriteriyam // Direktor po personalu: Prakticheskij zhurnal po upravleniyu chelovecheskimi resursami. 2017. № 2. S. 70-77.

**Сведения об авторах****АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР  
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ  
INFORMATION ABOUT AUTHORS**

- Abdrashit A.** – м.т.н., докторант Карагандинского индустриального университета, Казахстан, [b.kaldanova@tttu.edu.kz](mailto:b.kaldanova@tttu.edu.kz)
- Акмаганбетова А.С.** - м.э.н., старший преподаватель кафедры «Экономика и бизнес» Карагандинский индустриальный университет, Казахстан, E-mail: [a.akmaganbetova@tttu.edu.kz](mailto:a.akmaganbetova@tttu.edu.kz)
- Ақмаганбетова Ә.С.** – Қазақстан, Қарағанды индустриялық университетінің «Экономика и бизнес» кафедрасының аға оқытушысы, э.ғ.м., E-mail: [a.akmaganbetova@tttu.edu.kz](mailto:a.akmaganbetova@tttu.edu.kz)
- Асабина Н.Н.** — м.т.н., преподаватель кафедры «Энергетика», Карагандинский индустриальный университет, Казахстан, E-mail: [n.assabina@tttu.edu.kz](mailto:n.assabina@tttu.edu.kz)
- Базаров Б.А.**– зав. кафедрой «Строительство», Карагандинский индустриальный университет, Казахстан, E-mail: [b.bazarov@tttu.edu.kz](mailto:b.bazarov@tttu.edu.kz)
- Баясилова З.А.**- PhD, кафедра «Энергетика», старший преподаватель, Карагандинский индустриальный университет, Казахстан, E-mail: [z.bayassilova@tttu.edu.kz](mailto:z.bayassilova@tttu.edu.kz)
- Баясилова К.А.** - м.э.н., Карагандинский индустриальный университет, Казахстан.
- Бержанов Ш.С.** - т.ғ.м., Satbayev University, Қазақстан, E-mail: [shabkhat1402@gmail.com](mailto:shabkhat1402@gmail.com).
- Гончаров В.И.** —д.т.н., доцент, Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия; Email: [gvi@tpu.ru](mailto:gvi@tpu.ru)
- Дружинина Н.В.** - м.ғ.н., преподаватель кафедры ООД, Карагандинский технический университет, Казахстан, E-mail: [n.druzhinina@tttu.edu.kz](mailto:n.druzhinina@tttu.edu.kz)
- Ержанов А.С.** —Phd, Зав. кафедрой «Металлургия и материаловедение», Карагандинский индустриальный университет, e-mail: [a.yerzhanov@tttu.edu.kz](mailto:a.yerzhanov@tttu.edu.kz)
- Жунусова А.К.** -м.ғ.н., старший преподаватель кафедры ООД, Карагандинский индустриальный университет, Казахстан, Email: [a.zhunussova@tttu.edu.kz](mailto:a.zhunussova@tttu.edu.kz)
- Завалищин А.Н.**- д.т.н., профессор, ФГБУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», кафедра литейных процессов и материаловедения, Россия, E-mail: [zavall313@mail.ru](mailto:zavall313@mail.ru)
- Калданова Б.О.** - ст.преподаватель, Phd, Карагандинский индустриальный университет, Казахстан, [b.kaldanova@tttu.edu.kz](mailto:b.kaldanova@tttu.edu.kz)
- Калиев Р.А.** – магистрант, Карагандинский технический университет, Казахстан, E-mail: [linkemfk@mail.ru](mailto:linkemfk@mail.ru)
- Кенжебаева Т.С.**- преподаватель кафедры «ТИИ», Карагандинский индустриальный университет, Казахстан, E-mail: [t.kenzhebayeva@tttu.edu.kz](mailto:t.kenzhebayeva@tttu.edu.kz)
- Колесникова Р.К.** – старший преподаватель, «История Казахстана и Социально-гуманитарные науки», Карагандинский индустриальный университет, Казахстан, E-mail: [Ralsa\\_sama@mail.ru](mailto:Ralsa_sama@mail.ru)
- Конакбаева А.Н.**—преподаватель кафедры «Строительство», Карагандинский индустриальный университет, Казахстан, Email: [a.konakbayeva@tttu.edu.kz](mailto:a.konakbayeva@tttu.edu.kz)
- Қуатбай Е.Қ**– м.т.н., преподаватель кафедры «Металлургия и материаловедение» Карагандинского государственного индустриального университета, Казахстан, Email: [ye.kuatbay@tttu.edu.kz](mailto:ye.kuatbay@tttu.edu.kz)
- Мезенцева А.В.** — ст. преподаватель кафедры «Строительство», м.т.н, Карагандинский индустриальный университет, Казахстан, [a.mezentseva@tttu.edu.kz](mailto:a.mezentseva@tttu.edu.kz)
- Мукатай А.В.** – м.ғ.н.,преподаватель кафедры ООД, Карагандинский технический университет, Казахстан, Email: [ansagan0404@mail.ru](mailto:ansagan0404@mail.ru)
- Пантюхин А.Р.** — аспирант, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск, Россия, e-mail [apantiukhin@gmail.com](mailto:apantiukhin@gmail.com)
- Румянцев М.И.**-д.т.н., профессор, ФГБУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», кафедра технологий обработки материалов, Россия, E-mail: [mikhail.rumyantsev54@bk.ru](mailto:mikhail.rumyantsev54@bk.ru)

**Сағадид М.Е.**-студент 3 курс по ОП 6В07203-Металлургия чёрных металлов, Карагандинский индустриальный университет, Казахстан, E-mail: [arsu\\_asik@mail.ru](mailto:arsu_asik@mail.ru)

**Сарсенов Н.З.**- магистрант Карагандинского индустриального университета, Казахстан, e-mail: [n.sarsenov@tttu.edu.kz](mailto:n.sarsenov@tttu.edu.kz)

**Сидорова А.А.**, - преподаватель, Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия; E-mail: [sidorova@tpu.ru](mailto:sidorova@tpu.ru)

**Сучилина Т.П.** - преподаватель кафедры «Строительство», Карагандинский индустриальный университет, Казахстан. E-mail: [t.suchilina@tttu.edu.kz](mailto:t.suchilina@tttu.edu.kz)

**Татиева М.М.**- м.э.н., Карагандинский индустриальный университет, Казахстан, E-mail: [maira\\_tatieva@mail.ru](mailto:maira_tatieva@mail.ru)

**Трус А.Б.** – старший преподаватель физической культуры, Карагандинский индустриальный университет, Казахстан, Email: [a.trus@tttu.edu.kz](mailto:a.trus@tttu.edu.kz)

**Тулешов Е.А.**- к.т.н. ассистент-профессор, Satbayev University, Қазақстан. Email: [y.tuleshov@satbayev.university](mailto:y.tuleshov@satbayev.university)

**Чепелян Л.В.** – Қазақстан, Қарағанды индустриялық университетінің «Экономика и бизнес» кафедрасының аға оқытушысы, э.ғ.м., E-mail: [l.chepelyan@tttu.edu.kz](mailto:l.chepelyan@tttu.edu.kz)

**Чернышева А.А.** - к.т.н., доцент кафедры ХТиЭ, Карагандинский индустриальный университет, Қазақстан, E-mail: [a.chernysheva@tttu.edu.kz](mailto:a.chernysheva@tttu.edu.kz)

**Шайкемелов Е.К.** – т.ғ.м., Satbayev University, Қазақстан. Email: [shaikemelov99@gmail.com](mailto:shaikemelov99@gmail.com).

**Шарипова Ю.Ф.**-м.ғ.н., старший преподаватель кафедры ООД, Карагандинского индустриального университета, Казахстан, Email: [yu.sharipova@tttu.edu.kz](mailto:yu.sharipova@tttu.edu.kz)

**Яворский В.В.**- профессор, д.т.н., Карагандинский технический университет, Казахстан.

## Правила оформления и предоставления статей

Министерство образования и науки Республики Казахстан  
Карагандинский индустриальный университет

### ИНФОРМАЦИОННОЕ ПИСЬМО

#### Уважаемые коллеги!

До **15 августа 2022 года** осуществляется прием научных статей в следующий выпуск № 3 (38) 2022 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. Металлургия.
2. Информационно-коммуникационные технологии.
3. Технические науки и технологии.
4. Социально-гуманитарные науки и Экономика.

### 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 аннотация на русском, казахском и английском языках (100 слов), 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:

Объем статьи, включая библиографию, не должен превышать 15 страниц текста, набранного на компьютере (редактор Microsoft Word), минимальный объем статьи - 4 страницы.

Поля рукописи должны быть: верхнее и нижнее - 25 мм, левое и правое - 20 мм; шрифт - TimesNewRoman, размер - 11 пт; межстрочный интервал - одинарный; выравнивание - ширина; отступ абзаца - 0,8 см.

Материал статьи оформлен в соответствии с ГОСТ 7.5-98 «Журналы, сборники, информационные издания. Издательское оформление публикуемых материалов».

В структуру статьи входят следующие разделы:

• *Заголовок*: включает отдельную строку слева от индекса УДК, информацию об авторах (инициалы и фамилия, название учреждения или организации, город, страна, e-mail автора, ответственного за переписку с редактором), название статьи;

## Правила оформления и предоставления статей

- *Реферат*: оформлен в соответствии с ГОСТ 7.9-95 «Реферат и реферат. Общие требования». Обязательные компоненты аннотации: информативность (объем - 180-200 слов); оригинальность (новизна статьи); содержание (основное содержание). статьи и результатов исследования); структурированы; выводы. Аннотация предоставляется на английском, казахском и русском языках;

- *Ключевые слова*: не менее 8-10 основных терминов или коротких фраз, которые используются в статье. Ключевые слова предоставляются на английском, казахском и русском языках. Аннотация и ключевые слова на языке статьи предшествуют основному тексту статьи, аннотации и ключевые слова на других языках размещаются после библиографического списка статьи;

- *Введение*: обоснование актуальности и степени развития темы (возможен краткий обзор научной литературы по теме исследования); постановка задачи исследования; описание объекта и предмета исследования, целей и задач статьи; краткое описание его строения.

- *Методы и материалы (экспериментальные)*: описание методов и материалов, использованных в исследовании, включая методы сбора, обработки и анализа данных; характеристики выборки (если используется выборочное исследование);

- *Результаты и обсуждение*: описание и интерпретация полученных результатов с помощью рисунков, таблиц, графиков и рисунков;

- *Выводы*: формулировка выводов на основании полученных результатов; сравнение полученных результатов с существующими результатами по этой теме; оценка научной новизны и практической ценности полученных результатов.

- *Благодарности*: при наличии источника финансирования исследования (гранты, государственные программы) указывается информация о нем;

- *Список литературы*: библиографический список составляется дважды:

- «Список литературы» - на языке оригинала источников (казахский, русский и другие неанглийские языки) оформляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления». Ссылки на источники на языке, использующем кириллицу, необходимо транслитерировать латинскими буквами;

- «Список литературы» - на английском языке (оформлен в соответствии с международным библиографическим стандартом APA (<http://www.bibme.org/citation-guide/APA/book>)).

Первая ссылка в тексте на литературу должна иметь номер [1], вторая - [2] и т. Д. По порядку. Обращаясь к результату из книги, укажите его номер из списка литературы и (через точку с запятой) номер страницы, на которой этот результат опубликован. Например: [8; 325]. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются;

- *Информация об авторах*: включает следующие элементы: имя, отчество и фамилию; ученое звание, ученая степень; должность или профессия; место работы (название учреждения или организации, населенный пункт); название страны (для иностранных авторов); адрес электронной почты (e-mail).

Разделы статьи должны быть согласованы между собой, из текста статьи должна быть ясна исследовательская гипотеза (вопрос исследования), методология и методы исследования, результаты исследования и их вклад в развитие отрасли социологического знания, в рамках которой исследование было проведено.

Все сокращения и сокращения, за исключением общеизвестных сокращений, должны быть расшифрованы, когда они впервые используются в тексте.

В артикуле нумеруются только те формулы, на которые есть ссылки в тексте.

Таблицы, рисунки и формулы не должны содержать неточностей в обозначении символов и знаков. Рисунки должны быть четкими, чистыми и не сканированными. Ссылки на рисунки и таблицы в тексте.

Перед подачей статьи в журнал необходимо тщательно проверить общую орфографию материалов, орфографию соответствующей терминологии и форматирование текста и ссылок.

## Правила оформления и предоставления статей

Предоставляя текст для публикации в журнале, автор гарантирует правильность всех сведений о себе, отсутствие плагиата и других форм незаконных заимствований в рукописи произведения, правильное оформление всех заимствований текста, таблиц, схем, иллюстраций.

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: Атамура, 1999. – 296 с.

2 Надиров ПК. Высоковязкие нефти и природные битумы: в 5 т. – Алматы: Ғылым, 2001. – 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 СП. 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.



**Правила оформления и предоставления статей**

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.

**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 **3500 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 KZ278560000006666996, АО «Банк Центр Кредит», БИК KСJBKZKX, БИН 060940005033.

## (ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ)

МРНТИ 53.31.19

Е.Қ. Қуатбай<sup>1</sup>, Ю.И. Шишкин<sup>1</sup>, С.Т. Бақыт<sup>2</sup><sup>1</sup>Карагандинский индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», кафедра Пирометаллургические процессы,

г. Челябинск, Российская Федерация

(E-mail: ye.kuatbay@tntu.edu.kz)

**Возможность получения конвертерной стали с низким содержанием серы**

На основе обработки литературных данных и промышленных плавок конвертерного цеха АО «АрселорМиттал Темиртау» показана перспективность внепечного рафинирования чугуна от серы.

Показано, что в реальных условиях конвертерной плавки невозможно стабильно получать содержание серы в готовом металле ниже 0,01%, даже при условии обработки его на установке доводки металла (УДМ). Окислительные шлаки сталеплавильных процессов являются слабыми десульфураторами из-за высокого содержания в них закиси железа (до 20% и более). Степень удаления серы ( $\eta_s$ ) в лучшем случае составляет 20-30%, в то время как этот показатель для фосфора составляет более 90%.

Низкое и особо низкое содержание серы в стали (до 0,0005%) обеспечивается за счет внепечной десульфурации чугуна. При внепечной обработке чугуна создаются более благоприятные условия для удаления серы, чем в кислородном конвертере. Причиной этого является присутствие в значительных количествах элементов, повышающих коэффициент активности серы, прежде всего, углерод, а также низкий окислительный потенциал чугуна. С учетом того, что углерод и кремний, содержащиеся в чугуне, повышают активность серы, то для получения стабильно низких концентраций серы в готовой стали целесообразно использовать современные методы десульфурации чугуна, а не стали. Показано, что из всех десульфураторов чугуна наиболее эффективным материалом является магний.

*Ключевые слова:* сталь, чугун, десульфурация, активность серы, реагент, рафинирование, коэффициент распределения, магний.

*Введение*

Удаление серы из металла – одно из главных условий производства качественной стали. Внедрение непрерывной разливки требует снижения содержания серы даже в металле массового назначения для обеспечения качественной структуры и поверхности непрерывно-литого сляба [1].

Кислородно-конвертерный процесс мало приспособлен для глубокой десульфурации металла. Степень удаления серы в лучшем случае составляет 20-30% [2].

*Методы и материалы*

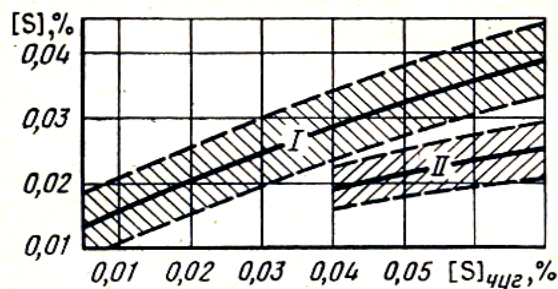
С учетом того, что основным компонентом кислородно-конвертерной плавки является чугун, доля которого может составлять 75-100%, его рафинирование от серы является предпочтительнее.

Технологические возможности удаления серы на стадиях подготовки и производства металла при существующей глубине обогащения железорудного сырья крайне ограничены и сопряжены с большими затратами топлива, флюсов, а также снижением производительности металлургических

## Правила оформления и предоставления статей

агрегатов. Это обстоятельство заставляет внимательно оценивать возможности внепечных способов десульфурации чугуна.

Изложенное выше подтверждается данными рисунка 2 [3].



I - одношлаковый процесс; II - двухшлаковый процесс

Рисунок 2. Влияние содержания серы в чугуне  $[S]_{\text{чуг}}$  на содержание ее в стали  $[S]$

Таблица 1

Изменение показателей кислородно-конвертерной плавки при снижении содержания S в чугуне на 0,01%

Сталь	Снижение расхода на 1 т стали			Увеличение производительности	
	извести, кг	боксит, кг	кислорода, м <sup>3</sup>	т/мин	%
СВ08А	15,0	0,3	2,0	0,25	12,1
35ГС	21,0	0,3	2,0	0,32	13,7

### Результаты и обсуждение

Результаты обработки данных опытных плавок показали, что даже при двойном скачивании промежуточного шлака средняя степень удаления серы,  $\eta_S$  составляет 38,6%, в то время, как для фосфора  $\eta_P = 97,3\%$  (таблица 3), что подтверждает необходимость внепечной обработки чугуна.

### Выводы

Использование десульфурации чугуна гарантирует при производстве трубных марок стали содержание серы в металле 0,002-0,005%, что позволяет обеспечить заданные потребительские свойства проката.

В случае необходимости при данной технологии десульфурации чугуна возможно достижение ультранизких концентраций серы после обработки вплоть до 0,0005%, независимо от исходного ее содержания.

### Список литературы

- 1 Кудрин В.А. Теория и технология производства стали. - М.: Издательство Мир, 2003. – 528 с.
- 2 Шишкин Ю.И. Оценка альтернативных способов получения стали с низким содержанием серы // Труды международной научно-технической конференции «Научно-технический прогресс в металлургии». - Темиртау, 2001. - С. 272-275.
- 3 Шишкин Ю.И., Торговец А.К., Григорова О.А. Теория и технология конвертерных процессов. – Алматы: Гылым, 2006. – 192 с.

**Правила оформления и предоставления статей**

Е.К. Куатбай, Ю.И. Шишкин, С.Т. Бақыт, Н.Б. Мажибаев, Н.Ж. Айкенбаева

**Төмен күкірті конвертерлік болат алу мүмкіндігі**

Әдеби деректерді өңдеу және «АрселорМиттал Теміртау» АҚ конвертер цехының өнеркәсіптік балқытулары негізінде шойынды күкірттен пештен тыс тазарту келешегі көрсетілген.

Конвертерлік балқытудың нақты жағдайларында дайын металдағы күкірт мөлшерін 0,01% - дан төмен тұрақты алу мүмкін емес, тіпті оны металды жетілдіру қондырғысында (МЖК) өңдеген жағдайдың өзінде. Болат балқыту үдерістерінің тотықтырғыш қождары құрамында темір тотығының жоғары болуына байланысты (20% - ға дейін және одан да жоғары) әлсіз күкіртсіздендіргіш болып табылады. Күкіртті жою дәрежесі ( $\eta_s$ ) ең жақсы жағдайда 20-30% құрайды, ал фосфор үшін бұл көрсеткіш 90% - дан асады.

Болаттағы күкірттің төмен және өте төмен құрамы (0,0005% - ға дейін) шойынды пештен тыс күкіртсіздендіру есебінен қамтамасыз етіледі. Шойынды пештен тыс өңдеу кезінде оттекті конвертерге қарағанда күкіртті жою үшін қолайлы жағдайлар жасалады. Мұның себебі күкірттің белсенділік коэффициентін арттыратын элементтер мөлшерінің айтарлықтай көп болуы, ең алдымен көміртегі, сонымен қатар шойынның тотығу потенциалының төмен болуы. Шойын құрамындағы көміртегі мен кремний күкірттің белсенділігін арттыратындығын ескере отырып, дайын болатта күкірттің тұрақты төмен концентрациясын алу үшін болатты емес, шойынды күкіртсіздендірудің заманауи әдістерін қолданған жөн. Шойынды күкіртсіздендіргіштер ішіндегі ең тиімді материал магний екендігі көрсетілген.

*Түйін сөздер:* болат, шойын, күкіртсіздендіру, күкірт белсенділігі, реагент, тазарту, таралу коэффициенті, магний.

Ye.K. Kuatbay, Yu.I. Shishkin, S.T. Bakhyt, N.B. Mazhibayev, N.Zh. Aikenbayeva

**The possibility of producing converter steel with a low sulfur content**

Based on the processing of literature data and industrial smelting of the converter shop of JSC "ArcelorMittal Temirtau", the prospects of out-of-furnace refining of cast iron from sulfur are shown.

It is shown that under real conditions of converter melting, it is impossible to consistently obtain a sulfur content in the finished metal below 0,01%, even if it is processed at the metal finishing installation (MFI). Oxidizing slags of steelmaking processes are weak desulfurizers due to their high content of iron oxide (up to 20% or more). The degree of removal of sulfur ( $\eta_s$ ) is at best 20-30%, while this indicator for phosphorus is more than 90%.

Low and particularly low sulfur content in steel (up to 0,0005%) is provided by extra-furnace desulphurization of cast iron. In the out-of-furnace treatment of cast iron, more favorable conditions are created for the removal of sulfur than in an oxygen converter. The reason for this is the presence of significant amounts of elements that increase the activity coefficient of sulfur, primarily carbon, as well as the low oxidative potential of cast iron. Given that the carbon and silicon contained in cast iron increase the activity of sulfur, it is advisable to use modern methods of desulphurization of cast iron, rather than steel, to obtain consistently low concentrations of sulfur in finished steel. It is shown that of all cast iron desulfurizers, magnesium is the most effective material.

*Key words:* steel, cast iron, sulfur removal, the activity of sulphur, reagent, the refining, distribution coefficient, magnesium.

## References

- 1 Kudrin V.A. Teoriya i tekhnologiya proizvodstva stali. - M.: Izdatelstvo Mir. 2003. – 528 s.

**Правила оформления и предоставления статей**

2 Shishkin Yu.I. Otsenka alternativnykh sposobov polucheniya stali s nizkim sodержaniyem sery // Trudy mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Nauchno-tekhnicheskiy progress v metal-lurgii». - Temirtau. 2001. - S. 272-275.

3 Shishkin Yu.I., Torgovets A.K., Grigorova O.A. Teoriya i tekhnologiya konverternykh protsessov. – Almaty: Gylym. 2006. – 192 s.

Ответственный секретарь  
Технический редактор  
Компьютерная верстка

Т. Жүнісқалиев  
А. Солтан  
А. Солтан

---

30.06.2022 ж. бастап басылып шығарылады. Пішімі 60×84 1/8. Кітап-журнал қағазы. Көлемі 14 шартты б.т. Таралымы 500 дана. Бағасы келісім бойынша. ЦТД ҚИУ. Тапсырыс № 1272. Индекс 74946.

---

Дата выхода 30.06.2022 г. Формат 60×84 1/8. Бумага книжно-журнальная. Объем 14 уч.-изд.л. Тираж 500 экз. Цена договор. ДЦТ КИУ. Заказ № 1272. Индекс 74946.

---