

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

Периодичность 4 раза в год  
№ 2 (13) 2016г.

Республикалық  
ғылыми журнал

Республиканский  
научный журнал

Republican  
scientific magazine



**«ҚАРАҒАНДЫ МЕМЛЕКЕТТІК ИНДУСТРИЯЛЫҚ  
УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ХАБАРШЫ»**

**«ВЕСТНИК КАРАГАНДИНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ИНДУСТРИАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА»**

**«BULLETIN OF KARAGANDA STATE INDUSTRIAL UNIVERSITY»**

Журнал Қазақстан  
Республикасының мәдениет  
және ақпарат  
министрлігінде тіркелген.  
(30.04.2013ж. № 13579-Ж  
тіркеу куәлігі)

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

The magazine is registered in  
the Ministry of culture and  
information of the Republic of  
Kazakhstan  
(registration certificate  
№ 13579-Zh from 30.04.2013)

Бас редактор

Главный редактор

Chief editor

Ибатов М.К.

Ректор, доктор технических наук, профессор

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

Редакция алқасы

Редакционная коллегия

Editorial board

<b>Ибатов М.К.</b>	<i>Ректор, д.т.н., профессор, главный редактор</i>
<b>Жаксыбаева Г.Ш.</b>	<i>Проректор по учебной работе, к.т.н., профессор кафедры «Химическая технология и экология», зам. главного редактора</i>
<b>Аменова А.А.</b>	<i>Директор департамента науки и инновации, доктор PhD, ответственный секретарь</i>
<b>Бутрин А.Г.</b>	<i>Южно-Уральский государственный университет, профессор каф. «Экономика и финансы», д.э.н.</i>
<b>Гун Г.С.</b>	<i>Магнитогорский государственный технический университет, профессор кафедры «Машиностроительные и металлургические технологии», д.т.н</i>
<b>Павлов А.В.</b>	<i>НИТУ «Московский институт стали и сплавов», профессор кафедры «Металлургия стали и ферросплавов», д.т.н.</i>
<b>Richard Fabik</b>	<i>Чехия, Технический университет г. Остравы, Департамент ОМД, PhD</i>
<b>Черный А.П.</b>	<i>Директор Института электромеханики, энергосбережения и систем управления Кременчугского национального университета им.М. Остроградского, профессор кафедры систем автоматического управления и электропривода КрНУ, д.т.н</i>
<b>Байсанов С.О.</b>	<i>Заведующий лабораторией «Металлургических расплавов» ХМИ им. Ж. Абишева, д.т.н., профессор</i>
<b>Бирюков В.В.</b>	<i>Декан экономического факультета, д.э.н., профессор кафедры «Экономика и финансы»</i>
<b>Гельманова З.С.</b>	<i>Заведующая кафедрой «Менеджмент и бизнес», к.э.н., профессор</i>
<b>Гуменчук О.Н.</b>	<i>Профессор кафедры «История Казахстана и общеобразовательные дисциплины», К.полит.н.</i>
<b>Жабалова Г.Г.</b>	<i>Декан факультета «Металлургия и строительство», к.т.н., профессор кафедры «Строительство и теплоэнергетика»</i>
<b>Ким В.А.</b>	<i>Заведующий лабораторией «Металлургии чугуна и топлива» ХМИ им. Ж. Абишева, д.т.н., профессор</i>
<b>Кривцова О.Н.</b>	<i>Заведующая кафедрой «Обработка металлов давлением», к.т.н., профессор кафедры</i>
<b>Мусин Д.К.</b>	<i>Декан факультета «Технология машиностроения и автоматизация», к.т.н., профессор кафедры «Металлургия и материаловедение»</i>
<b>Мусина Г.Н.</b>	<i>Проректор по АХР, к.х.н., профессор кафедры «Химическая технология и экология»</i>
<b>Ногаев К.А.</b>	<i>Заведующий кафедрой «Технологические машины и транспорт», к.т.н., доцент</i>
<b>Нурумгалиев А.Х.</b>	<i>Руководитель лаборатории инженерного профиля «Электронная микроскопия и нанотехнологии», д.т.н., профессор кафедры</i>
<b>Саркенов К.З.</b>	<i>Профессор, д.т.н., академик Казахской Национальной академии естественных наук, член-корреспондент Национальной инженерной Академии РК, Лауреат Государственной премии РК в области науки и техники</i>
<b>Сивякова Г.А.</b>	<i>Заведующая кафедрой «Электроэнергетика и автоматизация технических систем», к.т.н., профессор кафедры</i>
<b>Силаева О.В.</b>	<i>Заведующая кафедрой «Экономика и финансы», к.э.н., доцент</i>
<b>Тлеугабдулов С.М.</b>	<i>Д.т.н., профессор КазНТУ им. К.И. Сатпаева, Академик Национальной Инженерной Академии РК</i>
<b>Толеуова А.Р.</b>	<i>Заведующая кафедрой «Металлургия и материаловедение», доктор PhD</i>
<b>Толымбеков М.Ж.</b>	<i>Член-корреспондент Национальной Академии наук РК, академик Академии минеральных ресурсов РК, Академии высшей школы Украины, Лауреат государственной премии РК, д.т.н., профессор, директор ХМИ им. Ж. Абишева</i>
<b>Ульева Г.А.</b>	<i>Заведующая кафедрой «Химическая технология и экология», к.т.н. старший преподаватель</i>
<b>Филатов А.В.</b>	<i>Директор научно-исследовательского института строительного производства, д.т.н., профессор кафедры «Строительство и теплоэнергетика»</i>
<b>Яворский В.В.</b>	<i>Заведующий кафедрой «Информационные технологии и естественно-технические дисциплины», д.т.н., профессор</i>

Ответственный секретарь – Аменова А.А.  
Технический редактор – Германская А.М.

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

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

Ответственный секретарь  
Технический редактор

А.А. Аменова  
А.М. Германская

---

17.06.2016ж. бастап басылып шығарылады. Пішімі 60×84 1/8. Кітап-журнал қағазы. Көлемі 19,25 шартты б.т. Таралымы 500 дана. Бағасы келісім бойынша. ОТБ ҚМИУ. Тапсырыс № 684.

---

Дата выхода 17.06.2016г. Формат 60×84 1/8. Бумага книжно-журнальная. Объем 19,25 уч.-изд.л. Тираж 500 экз. Цена договор. ЛОТ КГИУ. Заказ № 684.

---

## СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
<b>Раздел 1. Metallургия. Технологии новых материалов .....</b>	<b>6</b>
1.1 Г.С. ЗИЯШЕВ, А.Х. НУРУМГАЛИЕВ <i>Влияние доменного шлама на качество агломерата и его минералогический состав .....</i>	7
1.2 B. BYKHIN, Ai. TOLEUOVA, M. ABISHKENOV <i>The formation of the microstructure of the reinforcing profile during hot rolling with the combination of the processes of severe plastic deformation and thermomechanical treatment .....</i>	13
1.3 А.Б. НАЙЗАБЕКОВ, В.А. ТАЛМАЗАН, М.И. РУМЯНЦЕВ, И.Ю. ЕВТУШЕНКО, В.И. ВИНОГРАДОВ, И.И. КУЗЬМИНОВ, А.С. ЕРЖАНОВ, К.Ш. ШОРАБАЕВА <i>Исследование механических свойств холоднокатаного проката .....</i>	20
1.4 E.N. SELIVANOV, K.ZH. ZHUMASHEV, E.M. HARCHENKO, T.G. EGOROVA, T.R.TUSHIYEV <i>Cementation of acid solutions by retreated copperous slag .....</i>	24
1.5 А.Х. НУРУМГАЛИЕВ, А.Б. АЛЬКЕНОВА, Р.К. ЖАСЛАН, А.Л. НЕПОЧАТОВ <i>Термодинамическое моделирование и анализ в системах: SiC – SiO<sub>2</sub>, SiC – MnO, SiC – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiC – BaO .....</i>	28
1.6 A. NAIZABEKOV, V. TALMAZAN, M. POLYAKOVA, I. YEVTUSHENKO, V. VINOGRADOV, I. KUZMINOV, E. RESHOTKINA, K. MANTUROV, A. YERZHANOV, K. SHORABAEVA <i>Metallographical study of rolled products .....</i>	33
1.7 B. BYKHIN, K. NOGAEV, D. KALMYRZAEV <i>Assessment of the extent of the accumulated plastic deformation during rolling in calibers that implement transverse shear .....</i>	37
<b>Раздел 2. Машиностроение. Технологические машины и транспорт .....</b>	<b>41</b>
2.1 З.С. ГЕЛЬМАНОВА, К.А. НОГАЕВ, М.К. ИБАТОВ, Е.А. САЙЛАУБЕКОВ <i>Перспективы и проблемы применения электромобильного транспорта в Казахстане .....</i>	42
2.2 З.С. ГЕЛЬМАНОВА, К.А. НОГАЕВ, М.К. ИБАТОВ <i>Текущее положение на рынке электромобилей Казахстана .....</i>	46
<b>Раздел 3. Строительство .....</b>	<b>51</b>
3.1 Е.В. СПИЧАК, П.И. ДУБАСОВ	

	<i>Возможность построения выставочного зала легковых автомобилей в условиях г. Павлодар</i> .....	52
3.2	А.В. ФИЛАТОВ, О.Н. ЛЕЛИКОВА, О.Н. ОНИЩЕНКО, Г.А. ТУЛЕУТАЕВА, Д.Р. БАЙТУЛЕНГУТОВА <i>Исследование работы фундаментов типа коротких свай на горизонтальную нагрузку</i> .....	55
<b>Раздел 4. Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника</b> .....		<b>65</b>
4.1	Т.И. СИБЕРСКАЯ, А.С. ЗЕЛЕНОВ <i>Разработка автоматизированной системы брикетирования извести на участке подготовки производства конвертерного цеха АО «АрселорМиттал Темиртау»</i> .....	66
4.2	А.В. ГУРУШКИН, А.Л. НЕПОЧАТОВ, А.К. АЯГАНОВ <i>Этапы энергоаудита – шаг на пути к энергосбережению и повышению энергоэффективности</i> .....	72
4.3	Е.В. КУНТУШ, А.А. МАКСАТОВ <i>Применение частотно-регулируемого привода в энергосистемах гражданского строительства</i> .....	76
4.4	В.В. ЯВОРСКИЙ, И.И. КРУПЕНЬКИН <i>Решение задачи определения оптимальной иерархии</i> .....	82
4.5	V.V. YAVORSKIY, A.O. SERGEYEVA, N.V. BAIDIKOVA, V.P. KIM <i>Study of the enterprise infrastructure based on the industrial geographic information system</i> .....	89
4.6	V.V. YAVORSKIY, A.O. SERGEYEVA, S.F. ATIGAEV, V.P. KIM <i>Learning on the basis of the telecommunication system of the situational center</i> .....	93
4.7	А.Е. МАДЕНОВА, Э.Б. ЖУМАБЕКОВА <i>Электронды оқулық – оқу әдебиетіндегі жаңа жанр</i> .....	97
4.8	Ж.С. АВКУРОВА, Ж.Т. ПОШАНОВ <i>Информатика пәнінен электрондық оқулық жасау және пайдалану технологиясы</i> .....	105
<b>Раздел 5. Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности</b> ...		<b>109</b>
5.1	Г.Н. МУСИНА, Г.Ш. ЖАКСЫБАЕВА, М.И. БАЙКЕНОВ, Ж.А. ЖУРИНТАЕВ <i>Каталитическая гидрогенизация легкой фракции первичной каменноугольной смолы в присутствии нанокатализатора</i> .....	110
5.2	Г.Н. МУСИНА, М.К. ИБАТОВ, М.И. БАЙКЕНОВ, Г.Ш. ЖАКСЫБАЕВА <i>Оптимизация кавитационной обработки каменноугольной смолы ТОО «Сары-Арка спецкос»</i> .....	116
5.3	Г.М. ЖУМАНАЗАРОВА, Г.Ш. ЖАКСЫБАЕВА, В.В.МЕРКУЛОВ, Г.Н. МУСИНА <i>Синтез винилбутилового эфира на совмещенных катализаторах</i> .....	121
5.4	Г.Н. МУСИНА, М.К. ИБАТОВ, М.И. БАЙКЕНОВ, Г.Ш. ЖАКСЫБАЕВА <i>Физико-химические процессы кавитационного воздействия в жидких средах</i> .....	126

<b>Раздел 6. Экономика. Общеобразовательные и фундаментальные дисциплины</b> .....	<b>132</b>
6.1 О.Н. ГУМЕНЧУК, Т.М. БОНДАРЦОВА <i>К вопросу о проблеме политической идентичности личности в казахстанской политологии</i> .....	133
6.2 Т.С. БАЙГАБАТОВ <i>Отклоняющееся (девиантное) поведение в студенческой среде и методы профилактики</i> .....	137
6.3 Г.А. ШАЯХМЕТОВА, Б.Ж. ЖАЛҒАСОВ <i>Практикалық сабақта физикадан есеп шығарудың әдістері</i> .....	139
<b>Правила оформления и предоставления статей</b> .....	<b>145</b>

---

---

**Раздел 1**

**Металлургия.  
Технологии новых  
материалов**

УДК 669.162.27(47)

Г.С. ЗИЯШЕВ, А.Х. НУРУМГАЛИЕВ

(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)

**ВЛИЯНИЕ ДОМЕННОГО ШЛАМА НА КАЧЕСТВО АГЛОМЕРАТА И ЕГО  
МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ**

**Аннотация.** Статья посвящена исследованию влияния доменного шлама на качественные показатели спекания агломерата, такие как содержание Fe, а также цинка и других элементов в агломерате; горячая прочность, восстановимость и температура начала и конца плавления, а также на минералогический состав шихты. С использованием оптической микроскопии показана микроструктура агломератов с использованием в качестве топлива доменного шлама. Установлено влияние использования углерода доменного шлама вместо коксовой мелочи на горячую прочность, восстановимость и плавкость, а также температуру начала и конца плавления спекаемого агломерата. Указан минералогический состав агломерата, а также причинные факторы образования кристаллов химического соединения магнетита в силикатной связке.

**Ключевые слова:** доменный шлак, агломерат, горячая прочность, восстановимость, магнетит, спекание.

В настоящее время основным направлением использования шламов доменных газоочисток является добавка их к агломерационной шихте. Однако уровень использования этих шламов низок. Это связано либо с недостаточно высокой массовой долей железа, либо с повышенной массовой долей цинка или других цветных металлов, что отрицательно сказывается на протекании металлургических (в частности, доменного) процессов [1].

Использование шламов в шихте аглофабрики является общепринятой практикой. Однако их доля в общей массе железорудных материалов не превышает 1-3%.

Анализ изменения химических составов лабораторных агломератов показывает, что введение доменного шлама в шихту практически не оказывает влияния на содержание каждого из компонентов, за исключением Zn и FeO. Содержание цинка в агломерате при относительно постоянном тепловом режиме и основности агломерата прямо пропорционально его поступлению с шихтой. При максимальном содержании доменного шлама – 14%, количество цинка в агломерате повышается в 2,3 раза с 0,074% (серия №1) до 0,17 % (серия №5), что связано с увеличением его прихода с 0,539 кг/т агломерата (серия №1) до 1,799 кг/т агломерата (серия №5). В спек переходит практически весь цинк, поступающий с шихтой 0,507 кг/т агломерата (серия №1) и 1,709 кг/т агломерата (серия №5), степень удаления цинка с отходящими газами составляет всего 5-6%.

Как видно из таблицы 1, содержание Fe во всех опытах оставалось постоянным – 57,84 ( $\pm 0,10\%$ ). Это обстоятельство стоит отметить, т.к. по сути, происходило замещение смеси концентратов доменным шламом, значительно уступающим по содержанию Fe – 43,1% против 60,55%. Во-первых, при пересчёте на обезуглероженный остаток содержание железа в шламе будет составлять  $43,1/(100-19,9) = 53,81\%$ . Во-вторых, на офлюсование шлама требуется в 3,4 раза меньше флюсов, чем на офлюсование концентратов. Последнее прослеживается в уменьшении содержания флюсов в шихте по мере увеличения количества доменного шлама. В-третьих, доменный шлак выводит из состава аглошихты топливо, пропорционально количеству содержащегося в нём углерода.



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

Таблица 1. Влияние доменного шлама на качество агломерата

№ п.п.	Параметры	Серии опытов				
		1	2	3	4	5
1	Содержание доменного шлама в шихте, % (масс)	0	1,68	3,50	7,00	14,00
2	Химический состав агломерата, % (масс.)					
2.1	Fe <sub>общ</sub>	57,81	57,75	57,85	57,9	57,91
2.2	Mn	0,08	0,09	0,08	0,08	0,08
2.3	S	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05
2.4	Zn	0,074	0,09	0,12	0,15	0,17
2.5	FeO	11,3	12,5	13,8	15,0	14,8
2.6	SiO <sub>2</sub>	8,05	8,07	8,01	7,99	7,92
2.7	CaO	9,03	9,05	8,92	8,83	8,79
2.8	MgO	1,56	1,53	1,49	1,51	1,54
2.9	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,74	0,72	0,70	0,75	0,73
2.10	CaO/SiO <sub>2</sub>	M2	1,12	1,11	1,11	1,11
3	Металлургические свойства агломерата					
3.1	Горячая прочность (+5 мм), %	50,7	53,6	56,5	59,3	58,8
3.2	Восстановимость, %	77,3	76,0	73,2	71,2	72,1
3.3	Температура начала плавления, °С	1207	1201	1195	1191	1193
3.4	Температура конца плавления, °С	1418	1412	1406	1402	1403

Таблица 2. Влияние доменного шлама на характер горения топлива в спекаемом слое шихты

№ п.п.	Показатель	Серия опытов				
		1	2	3	4	5
1	Содержание углерода в шихте, %	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
2	Содержание доменного шлама в шихте, %	0	1,68	3,5	7,0	14,0
3	Доля углерода вносимого доменным шламом, %	0	12,5	25	50	100
4	Крупность частиц топлива (I <sub>экв</sub> , мм)	0,212	0,140	0,102	0,067	0,040
5	CO/CO <sub>2</sub> в продуктах горения топлива	0,789	0,795	0,799	0,802	0,804
6	Теплоотдача углерода q <sub>c</sub> , МДж/ кг С доли	23,57	23,51	23,47	23,44	23,42
		1	0,997	0,996	0,995	0,994

Примечательно, что, несмотря на постоянное содержание "С" в шихте (2,8%) с увеличением количества шлама, в агломерате увеличивается содержание FeO, что является свидетельством большего развития восстановительных процессов, обусловленных следующими факторами:

- 1) ростом соотношения CO/CO<sub>2</sub> в продуктах горения топлива;
- 2) развитием процессов прямого восстановления.

На восстановительный потенциал продуктов горения твердого топлива, выражаемый как отношение CO/CO<sub>2</sub>, в значительной степени влияет крупность топлива [2]:

$$CO/CO_2 = 0,393 + C_T(0,148 - 0,03 d_T) \quad (1)$$

где: CO/CO<sub>2</sub> – соотношение продуктов горения углерода в газовой фазе;

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

Ст – содержание топлива в шихте, %;  
 $c_{1T}$  – крупность частиц топлива, мм.

Пользуясь формулой (1) были рассчитаны отношения  $CO/CO_2$  для различных серий опытов (таблица 2), а количество тепла выделяющееся при горении углерода топлива определили по номограмме, приведённой в [3]. Из таблицы 2 следует, что использование в шихте вместо коксовой мелочи доменного шлама увеличивает содержание в продуктах горения топлива  $CO$ , что, проявляется на увеличении содержания  $FeO$  в агломерате.

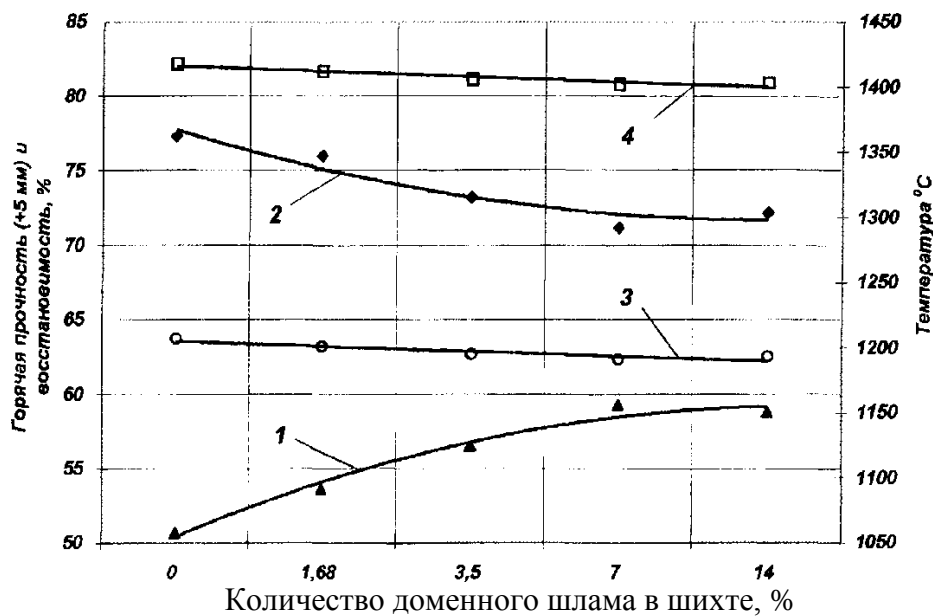


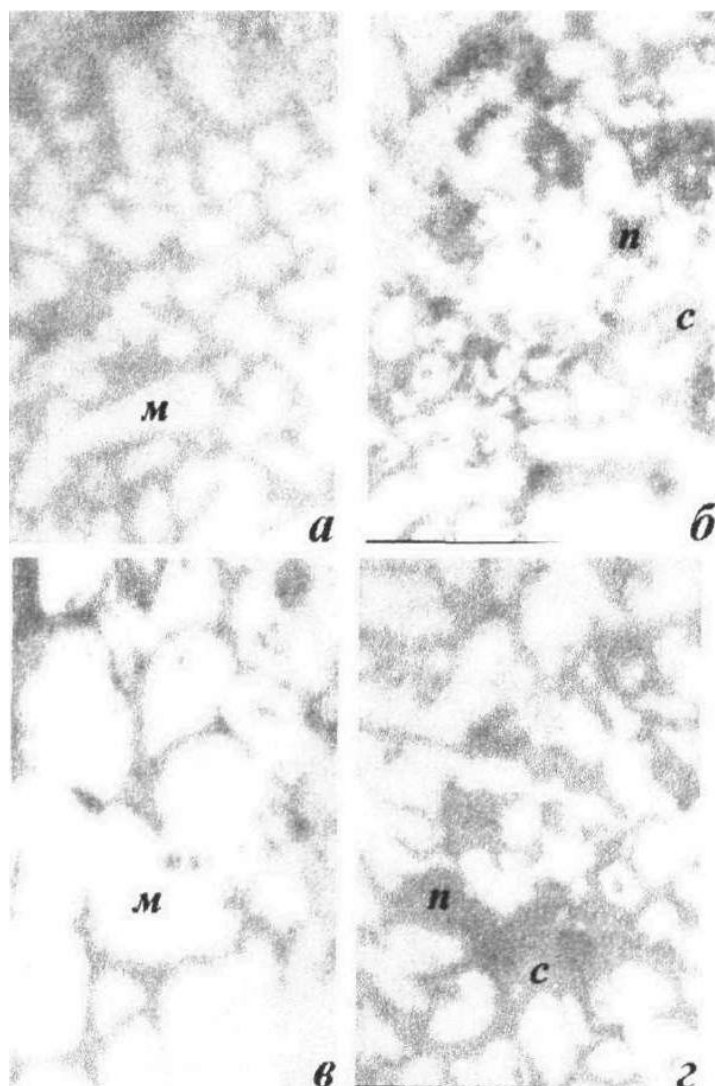
Рисунок 1. Влияние доменного шлама на металлургические свойства агломерата:  
1 – горячая прочность; 2 – восстановимость;  
3, 4 – температура начала и конца плавления.

Данный фактор проявляется, тем сильнее, чем крупнее замещаемое доменном шламом топливо. О развитии процессов прямого восстановления при использовании тонкодисперсного топлива доменного шлама говорилось выше.

Оценку металлургических свойств агломерата производили на основе зависимостей горячей прочности (прочности агломерата в процессе восстановления), восстановимости и плавкости железорудных материалов от их химического состава [4-6]. Данные расчётов приведены в таблице 2, на рисунке 1 отражено влияние доменного шлама металлургические свойства агломерата. При полной замене коксовой мелочи углеродом доменного шлама горячая прочность увеличивается на 8,1%, а восстановимость снижается на 5,2%, что объясняется ростом содержания в агломерате закиси железа. Несколько снижаются температуры начала с 1207°С до 1193°С и конца плавления с 1418 до 1403°С, практически без изменения величины интервала размягчаемости.

На рисунке 2 представлены микроструктуры агломератов, спечённых с использованием в качестве топлива: коксовой мелочи (рисунок 1 а, б); доменного шлама (рисунок 1 в, г). Структура агломератов образована оплавленными кристаллами магнетита в силикатной связке, причём при использовании в шихте доменного шлама глобулы  $Fe_3O_4$  крупнее.

Оплавленность зёрен магнетита свидетельствует о высокотемпературном уровне процесса спекания, а значительный рост кристаллов  $Fe_3O_4$  (рисунок 1 в, г) о продолжительном существовании в зоне высоких температур, когда возможна перекристаллизация в пластичном состоянии.



*м* – магнетит, *с* – силикатная связка, *п* – поры

Рисунок 2. Микроструктура агломератов из концентратов ССГПО с использованием в качестве топлива коксовой мелочи (а, б); доменного шлама (в, г). Отражённый свет х-200.

1. В лабораторных условиях проведены исследования по определению влияния доменных шламов на показатели спекания шихты, содержащей в железорудной части 93% руд и концентратов ССГПО. Особенностью методики исследования явилось: постоянство содержания топлива в шихте (2,8% по углероду) при изменении количества шламов от 0 до 14%. Тепловой режим спекания отвечал условию получения агломерата с содержанием  $\text{FeO} = 11-15\%$  при содержании  $\text{Fe} = 57-58\%$  и средней основности 1,10-1,15.

2. Влияние доменного шлама на показатели процесса спекания обуславливается действием следующих факторов: 1 – более низкой удельной поверхностью частиц по сравнению с концентратами (соответственно: 130-140 м/кг и 60-210 м/кг); 2 – в два раза большим, по сравнению с коксовой мелочью, содержанием частиц топлива фракции 0 - 0,5 мм (соответственно 48% и 92%).

3. Введение доменных шламов в шихту снижает удельную производительность аглоустановки на 1% (0,016 т/м<sup>2</sup>ч) на каждый дополнительный процент доменного шлама, за счёт уменьшения вертикальной скорости спекания на 0,3-0,4 мм/мин, при практически постоянном уровне выхода годного агломерата.

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

4. При полном замещении углерода твёрдого топлива (коксовой мелочи), углеродом доменного шлама физико-химические свойства агломерата изменяются следующим образом:

- увеличивается доля крупных классов агломерата (+ 15 мм) на 10,5%;
- увеличивается горячая прочность агломерата на 8,1%;
- холодная прочность агломерата, температура начала и конца плавления практически не меняется;
- уменьшается восстановимость агломерата на 5,2%;

5. Химический состав агломерата, полученного при добавке в агломерационную шихту доменного шлама, отличается, главным образом по содержанию цинка и закиси железа. При постоянном тепловом режиме спекания и основности агломерата, содержание цинка в нём прямо пропорционально его количеству в шихте, степень удаления не превышает 5-6 %. Повышение закиси железа в агломерате на 0,25-0,7% на каждый процент доменного шлама, обусловлено большим развитием процессов прямого и косвенного восстановления оксидов железа тонкодисперсным топливом доменного шлама.

Использование доменного шлама в агломерационной шихте обеспечивает экономию сырых материалов и топлива пропорционально количеству возвращаемых в производство шламов: 1% доменного шлама (15 кг/т агломерата), уменьшает расход топлива на 0,25%, сырых флюсов на 0,06%, концентратов на 0,57%, извести на 0,017%. Экономический эффект от сокращения расхода сырых материалов, в пересчёте на 1% (15 кг/т агломерата) доменного шлама составит 65-111 тг. (в ценах 2015 г.).

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Дайке Р. Поведение цинка при рециклинге железосодержащих пылей и шламов // Чёрные металлы. – 1999. – Т. 52. – С. 50-55.

2 Каплун Л.И. Анализ процессов формирования агломерата и совершенствование технологии его производства: автореф. ... док. тех. наук: / УГТУ – УПИ. - Екатеринбург, 2000. - 40 с.

3 Коротич, В.И. Агломерация рудных материалов - Екатеринбург: ГОУ ВПО "УГТУ-УПИ", 2003. - 400 с.

4 Пузанов В.П. Структурообразование из мелких материалов с участием жидких фаз - Екатеринбург: 2001. - 634 с.

5 Приходько Э.В. Роль химического состава железорудных материалов в формировании их металлургических свойств // Серия: Подготовка сырьевых материалов к металлургическому переделу и производство чугуна. (Обзорная инф. Вып. 5). – М.: 1984 – С. 1-86.

6 Приходько Э.В. База данных и модели для прогнозирования плавкости железорудных материалов // Сталь. - 1998. - № 9. - С. 7-9.

Г.С. Зияшев, А.Х. Нурумгалиев

**Домендік шламдарының агломераттың сапасы және минералогиялық құрамына әсер етуі**

**Аңдатпа.** Бұл мақала агломераттың сапалық көрсеткіштеріне (Fe, цинк ж.т.б. агломераттың құрамында бар элементтерінің мөлшері) домендік шламның әсер етуін зерделеуіне арналған; ыстық беріктігі, тотықсыздандыруы және агломераттың біріктіруі бастапқы мен соңғы температурасы. Оптикалық микроскопияның көмегімен агломератты, микроқұрылымы көрсетілген. Агломераттың ыстық беріктігіне, тотықсыздандыруына домендік шлам көміртегінің әсер етуі анықталған. Агломераттың минералогиялық құрамы көрсетілген, сонымен бірге себепті факторлар анықталған.

**Түйін сөздер:** домендік шлам, агломерат, ыстық беріктік, тотықсыздандыруы, магнетит, біріктіру.

G.S. Ziyashev, A.K. Nurumgaliev

**Impact of blast furnace flue dust on the sinter quality and its mineralogical composition**

**Annotation.** The article investigates the effect of blast furnace sludge quality indicators agglomerate sintering, such as the content of Fe, as well as zinc and other elements in the agglomerate; Hot strength, recoverability and start and end temperature of melting as well as the mineral composition of the charge. Using optical microscopy shows the microstructure of agglomerates using sludge as fuel domain. The effect of using carbon slurry domain instead of on the hot coke breeze strength, recoverability and melting behavior, as well as the beginning and end temperature of melting of the sintered agglomerate. The specified mineral composition of sinter as well as causal factors formation of a chemical compound of magnetite crystals in silicate binder.

**Key words:** blast sludge, sinter, hot strength, recoverability, magnetite and sintering.

UDC 621.771.25/26: 669.1

B. BYKHIN, Ai. TOLEUOVA, M. ABISHKENOV  
(Karaganda state industrial university, Temirtau, Kazakhstan)

**THE FORMATION OF THE MICROSTRUCTURE OF THE REINFORCING PROFILE DURING HOT ROLLING WITH THE COMBINATION OF THE PROCESSES OF SEVERE PLASTIC DEFORMATION AND THERMOMECHANICAL TREATMENT**

**Abstract.** This paper is dedicated to the analysis of microstructure of carbon steel during combination of severe plastic deformation and thermomechanical treatment. In paper carried out an analysis and processed the results of structural studies on optical microscope.

**Key words:** severe plastic deformation, thermomechanical treatment, the system diamond-square passes, microstructure, calibration, refinement.

Severe plastic deformation (SPD) is a general concept that describes the set of methods of metal forming and the processing of metal at a very large (intense) deformation loads. During SPD in the metal is possible to realize the accumulation of large levels of deformations, which are unachievable in processes of treatment of metal by pressure (TMP), carried out by conventional methods of deformation.

In metal subjected by SPD is formed fine-grained, ultrafine-grained structure and even nanostructured state with predominance of large angles of grain boundaries and obtaining unique combinations of strength and plastic properties.

Thermomechanical treatment (TMT) is a process that unites deforming (mechanical) and heat treatment into a single process. TMT represents the interrupted quenching with self tempering using heat of rolling heating.

The difference between this system of passes from the traditional system diamond-square passes is that the diamond pass is located relative to the longitudinal axis of the rolls in such a way that two opposite sides of a diamond are parallel to the axis of the rolls, and the other two sides of the diamond at an angle to the axes of the rolls [1,2]. Square pass remains the same as in the traditional system (figure 1).

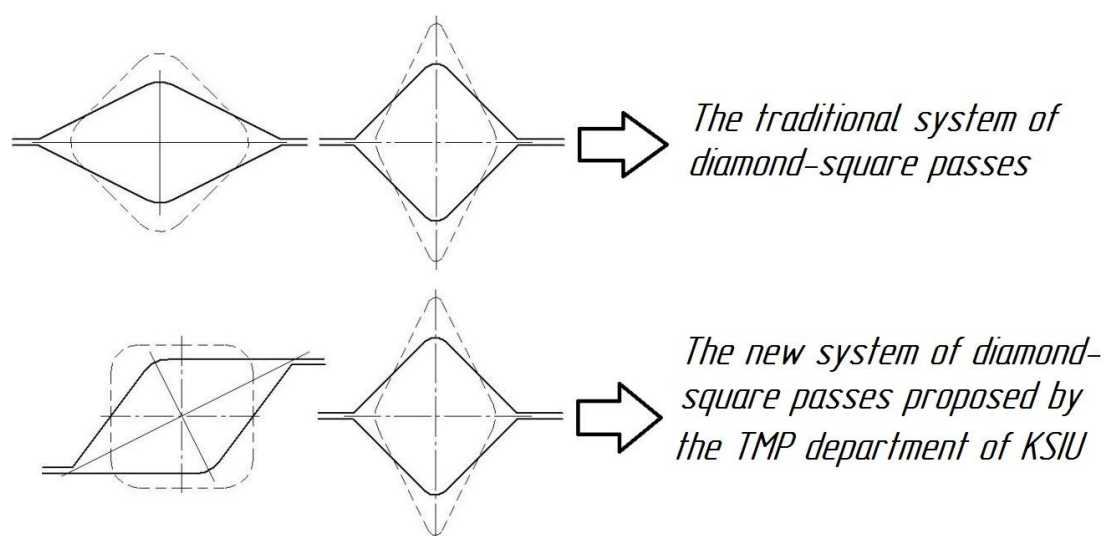


Figure 1. The traditional system of diamond-square passes and the new system of diamond-square passes proposed by the TMP department of KSIU [1,2]

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

The main advantages of TMT includes obtaining of fine grain structure and optimal mechanical properties, the possibility of using the heat of rolling heating for thermal energy saving, improvement of the basic mechanical properties of the processed metal, as well as reducing scaling during post deforming cooling.

The above described features of the SPD and TMT allows to get even better results when combining these methods into a single process.

According to the results of research works conducted in recent years by scientists of the TMP department of Karaganda state industrial university (KSIU) was developed a method for hot rolling of varietal profiles, implemented in the system diamond-square passes, which allows to implement SPD of metal and provides a significant increase of the mechanical properties in the finished rolled products [1,2].

Design of the calibration of rolls for manufacturing of profile №12 by the new method shown in figure 2. Rolling of the samples was carried out in a rolling mill «DUO 200/150». Rolling of profile starts in the passes of the work rolls in stand of DUO 200 (in six passes: 1-6), then continues in stand of DUO 150 (in four passes: 7-10). The initial sample is the square billets made of steel grade 5ps with cross-sectional dimension of 40×40 mm.

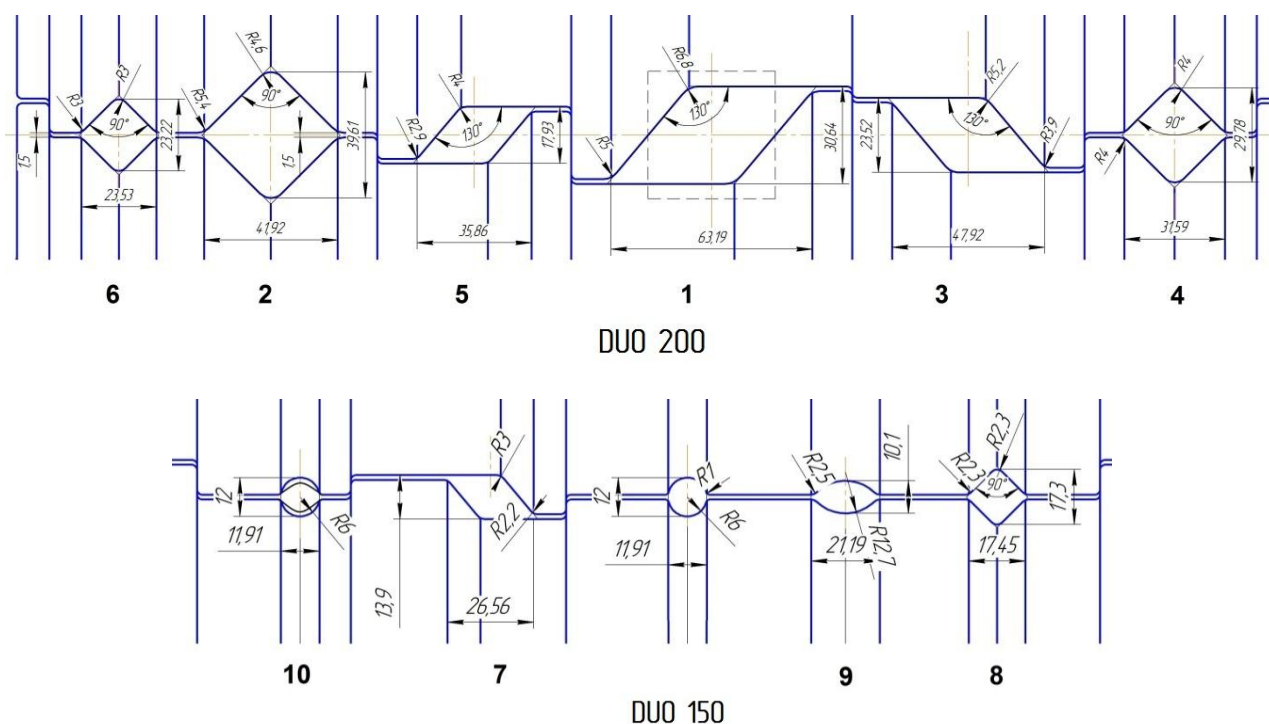


Figure 2. Design of calibration of work rolls of mill «DUO 200/150» by the new method for implementation of SPD and production of reinforcing steel profile №12

In diamond passes under the influence of the upper roll in the transverse direction of the sample occurs the plastic flow displacement with an intense shift from left to right, and under the influence of the lower roll the direction of the intense shear is opposite, i.e. from right to left. The boundary of these intense plastic shifts – large diagonal of the diamond. In square passes the metal is exposed to a high-altitude reduction by thickness. The main part of the shifted by height volume of metal is lengthening, and also there is a limited broadening due to the division of plastic flow relative to the vertical axis of symmetry of the square pass (figure 3).

Passes ensure the implementation of the alternating shear deformation. At the same time, in all passes occurs high-altitude reduction of the metal. This will allow substantially process the cross section of the whole volume of the metal. The off-diagonal diamond location of passes will reduce

the influence of «sustaining forces» of friction, which is always directed against the direction of metal flow [1,2].

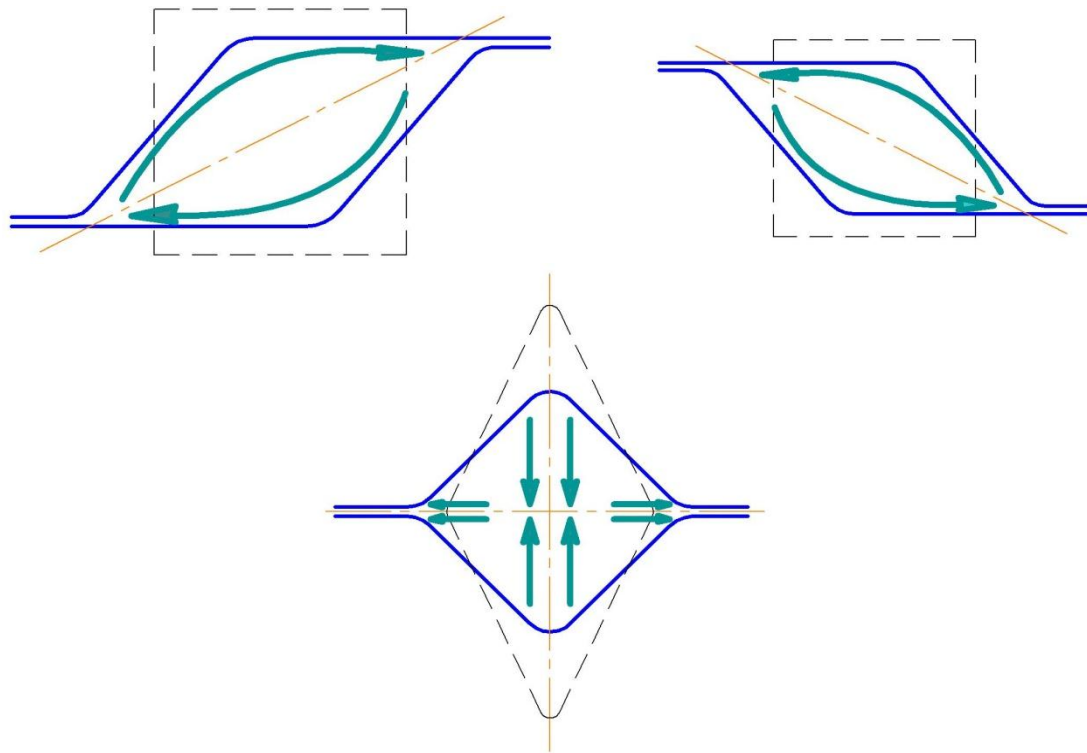


Figure 3. Plastic opposing flows of displacement with an intense shift in diamond passes and direction of metal flow in a square pass

In the experiment was used hot rolling of carbon steel 5ps with the use of the new system of diamond-square passes proposed by the researchers of the TMP department of KSIU.

TMT starts immediately after the exit of the reinforcing steel from the last 10th pass of stand DUO 150. The beginning of thermal hardening corresponds to the temperature of end of rolling (940°C), which corresponds to the metal temperature at the exit of the last finishing stand of the rolling mill. And the temperature of the end of thermal hardening is determined by the capability of cooling device for accelerated cooling and the requirements of the standard of the final product and depends on the content of chemical elements in steel. Calculation of parameters of the cooling device conducted in work [3].

After reinforcing steel enters in the line of accelerated cooling, immediately begins the cooling process primarily in the surface layers of steel, and in the central part the temperature of the metal remains in the austenitic zone.

The TMT device equipped with direct flow (for water supply during the movement of reinforcing steel) and counter flow nozzles (for spraying water toward the movement of reinforcing steel) supplying water under pressure of 0.5 MPa.

For a more intense cooling of reinforcing steel considered the possibility of using not one, but four sections of accelerated cooling module.

To get the maximum effect from TMT, the time between end of rolling and start of TMT of reinforcing steel needed to be as minimal as possible.

The time of TMT of reinforcing steel is about 1-2 s.

After TMT reinforcing steel is cut into pieces with such length, which corresponds to the length of the cooling bed and finally then cooled in the cooling bed.

The TMT process of reinforced steel showed on figure 4.



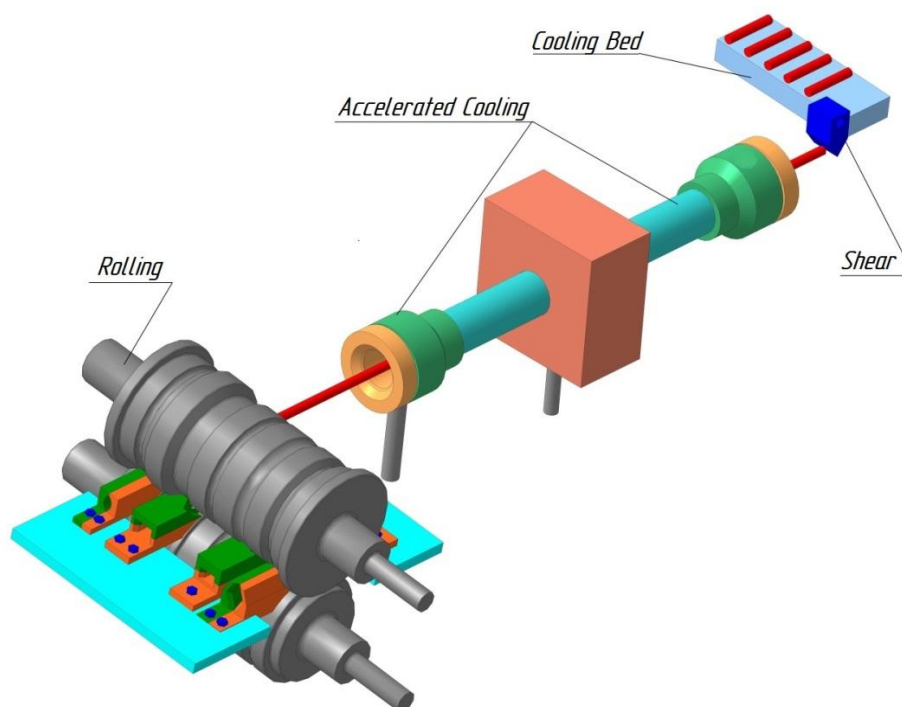


Figure 4. The TMT process of reinforced steel

The process of selection of samples for structural studies on the optical microscope was made according to guidelines [4, 5]. Selection of samples for structural studies were made of the numbers of obtained in the experiment samples of profile (figure 5).



Figure 5. Obtained experimental samples of reinforcing steel profile №12

Microstructure of samples was investigated on an optical microscope Leica DM IRM (Germany). Also, for comparison and analysis of initial and final structure in the microscope was considered the microstructure of the original square sample. In the result was obtained the following microstructure of samples (figure 6).

The figure shows that the final structure is a two-phase mechanical mixture of ferrite and pearlite. Bright ferrite grains occupy a considerable part of the cross section of the metal. Dark pearlite grains are located between the grains of ferrite and its facets.

For the comparative analysis of the microstructure of the initial and final samples used a method of grain counting (GOST 5639-82).

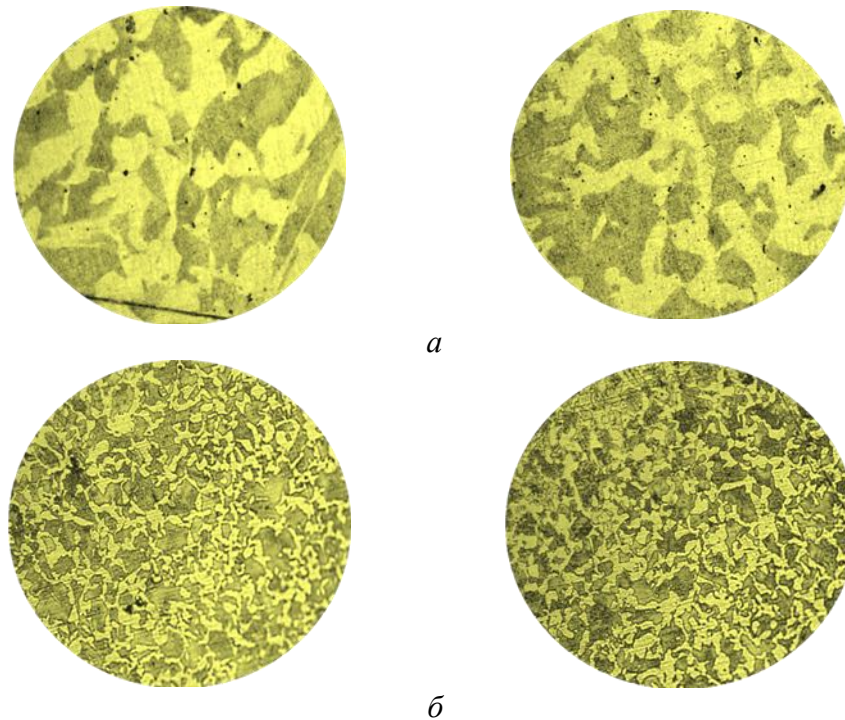


Figure 6. Microstructure of initial (a) and final (b) samples (500×)

For the initial and final microstructures draw a limited shape (figure 7).

The calculation results listed in table 1.

Table 1. The Protocol of counting of grains (GOST 5639-82)

Parameters	Initial sample	Final sample
Steel grade	5ps	5ps
Method of borders detecting	chemical etching	chemical etching
Method for the determination of grain size	method of grains counting	method of grains counting
The total number of grains inside the reduced shape (circle), $n_g$	20	200
The magnitude of the magnification of the microscope, $g$	500	500
The number of grains per $1 \text{ mm}^2$ of the surface of the cone, $m = 2 \left( \frac{g}{100} \right)^2 n_g$	1000	10000
The average cross-sectional area of grain, $a = \frac{1}{m}$	$0,001 \text{ mm}^2$	$0,0001 \text{ mm}^2$
The average grain diameter, $d_m = \frac{1}{\sqrt{m}}$	$0,032 \text{ mm} = 32 \mu\text{m}$	$0,01 \text{ mm} = 10 \mu\text{m}$
The average nominal size of grain (scale-model), $d_L$	$0,0267 \text{ mm}$	$0,0099 \text{ mm}$
Grain number (scale-model)	7	10
Number of grains in $1 \text{ mm}^3$ (scale-model), $N_v$	32768	741485

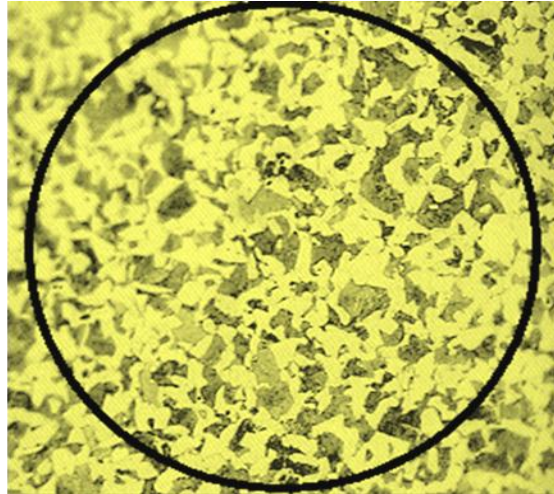


Figure 7. The limited figure of microstructure of the final sample

From the test protocol it is seen that the average grain diameter of reinforcing steel after SPD and TMT compared to the original samples were refined more than 3 times – up to 10  $\mu\text{m}$ , and in comparison with conventional rolling, where the average grain diameter is in the range of 20-25 microns, were refined in 2 times.

**Conclusions:**

1. Described the processes of SPD and TMT of reinforcing steel.
2. Conducted an analysis of the microstructure of carbon steel during the combination of the processes of SPD and TMT.
3. The results of the analysis showed a significant refinement of the structure of steel after SPD and TMT of reinforcing steel.

**LIST OF REFERENCES**

- 1 Najzabekov A.B., Byhin M.B., Nogaev K.A., Byhin B.B. O realizacii intensivnyh plasticheskikh deformatsij pri prokatke v sisteme kalibrov «romb-kvadrat». // Sbornik nauchnyh trudov VII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Nauchno-tehnicheskij progress v metallurgii». Tom 2. g. Temirtau, KGIU. 11-12 oktyabrya 2013 god, -S.50-58.
- 2 Patent RK №25272. Sposob goryachej prokatki slitkov i nepreryvnolityh zagotovok. Najzabekov A. B.; Byhin M. B.; Nogaev K. A.; Byhin B. opubl. 15.05.2013, Byul. №5.
- 3 B.B. Byhin, M.ZH. Abishkenov. Suytushy qyrylynuj parametrlerin esepetu. // Respublikanskij nauchnyj zhurnal «Vestnik Karagandinskogo Gosudarstvennogo industrial'nogo universiteta», №4, 2015 g., - S. 34-39.
- 4 N.A. Bogomolova. Prakticheskaya metallografiya: uchebnik dlya srednih prof.-tekh. uchilishch / - M. : Vyssh. shk., 1987. – 240s.
- 5 Geller YU.A., Rahshtadt A.G. Materialovedenie (metody analiza, laboratornye raboty i zadachi). -M.: Metallurgiya, 1975. - 447 s.

Б.Б. Быхин, А.Р. Толеуова, М.Ж. Абишкенов

**Қарқынды пластикалық деформациялау мен термомеханикалық өңдеу процестерін бірге қолдана отырып арматуралық профильді ыстықтай прокаттау кезіндегі микроқұрылымның қалыптасуы**

**Аңдатпа.** Мақала көміртекті болатты қарқынды пластикалық деформациялау (ҚПД) мен термомеханикалық өңдеуден кейінгі (ТМӨ) болаттың микроқұрылымын талдауға арналған.

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

Мақалада оптикалық микроскопта жасалған құрылымдық зерттеулердің нәтижелері талданған және өңделген.

**Түйін сөздер:** қарқынды пластикалық деформация, термомеханикалық өңдеу, «ромб-квадрат» калибрлер жүйесі, микроқұрылым, ұсақталу.

Б.Б. Быхин, А.Р. Толеуова, М.Ж. Абишкенов

**Формирование микроструктуры арматурного профиля при горячей прокатке с совмещением процессов интенсивной пластической деформации и термомеханической обработки**

**Аннотация.** Статья посвящена анализу микроструктуры углеродистой стали при совмещении процессов интенсивной пластической деформацией (ИПД) и термомеханической обработки (ТМО). В статье проанализированы и обработаны результаты проведенных структурных исследований на оптическом микроскопе.

**Ключевые слова:** интенсивная пластическая деформация, термомеханическая обработка, система калибров «ромб-квадрат», микроструктура, измельчение.

УДК 621.771.23

<sup>1</sup>А.Б. НАЙЗАБЕКОВ, <sup>2</sup>В.А. ТАЛМАЗАН, <sup>4</sup>М.И. РУМЯНЦЕВ, <sup>3</sup>И.Ю. ЕВТУШЕНКО,  
<sup>3</sup>В.И. ВИНОГРАДОВ, <sup>2</sup>И.И. КУЗЬМИНОВ, <sup>2</sup>А.С. ЕРЖАНОВ, <sup>2</sup>К.Ш. ШОРАБАЕВА  
(<sup>1</sup>Рудненский индустриальный институт, г. Рудный, <sup>2</sup>Карагандинский государственный  
индустриальный университет, <sup>3</sup>АО «АрселорМиттал Темиртау», г. Темиртау, Казахстан,  
<sup>4</sup>Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова,  
г. Магнитогорск, Российская Федерация)

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ХОЛОДНОКАТАНОГО ПРОКАТА

**Аннотация.** Статья посвящена исследованию механических свойств холоднокатаного проката. С использованием современного сертифицированного оборудования проведено исследование механических свойств металла в холоднокатаном и в отожженном состояниях. В ходе исследований определены модели зависимостей, отражающие влияние механических свойств от суммарного обжатия при прокатке, также в ходе исследований получены графики, описывающие данные зависимости.

**Ключевые слова:** холодная прокатка, суммарное обжатие, механические свойства, режимы прокатки.

С целью изучения механических свойств холоднокатаного проката провели экспериментальные опыты на оборудовании лаборатории механических испытаний и металлографии АО «АрселорМиттал Темиртау». Для проведения механических испытаний подготовили образцы, согласно методикам работ [1-2], из марки стали 08кп, полученных из полос, прокатанных на опытно-промышленном стане 200 АО «АрселорМиттал Темиртау».

Горячекатаную полосу прокатывали и отжигали по режимам, принятым в АО «АрселорМиттал Темиртау». Размеры поперечного сечения полосы  $h_0 \times b_0 = 0,9 \times 120$  мм, марка стали 08кп. Свойства горячекатаной полосы следующие:  $\sigma_T = 220$  МПа,  $\sigma_B = 365$  МПа,  $HR = 49$ ,  $\delta = 30\%$ . Полоса была изготовлена из горячекатаной травленной полосы  $h_0 \times b_0 = 3,0 \times 1000$ , полученной на НШПС-1700 АО «АрселорМиттал Темиртау».

Были проведены механические испытания двух групп образцов: холоднокатаных и отожженных [3]. Для испытания на разрыв из полосы вырезали образцы размерами  $l \times b = 240 \times 40$  мм. Для замера твердости подготовили образцы размерами  $l \times b = 40 \times 40$  мм.

Отжиг проводили в нагревательной печи с применением защитной азотной атмосферы, имитируя режимы, принятые в АО «АрселорМиттал Темиртау». Механические свойства образцов представлены на рисунках 1-6, иллюстрирующие соотношение свойств холоднокатаного и отожженного металла.

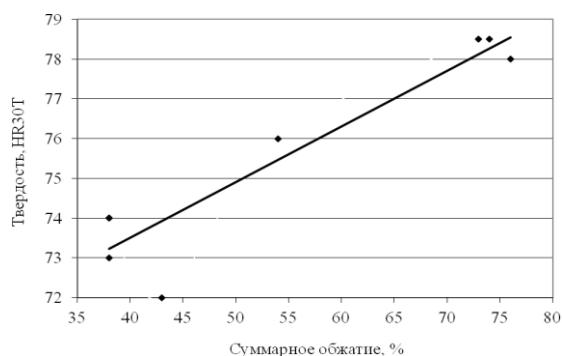


Рисунок 1. Зависимость твердости холоднокатаного металла от суммарного обжатия

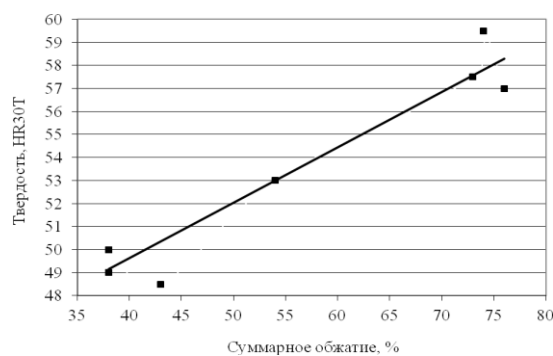


Рисунок 2. Зависимость твердости отожженного металла от суммарного обжатия

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

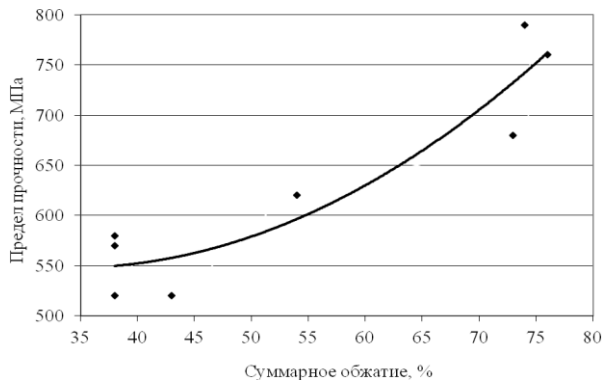


Рисунок 3. Зависимость предела прочности холоднокатаного металла от суммарного обжатия

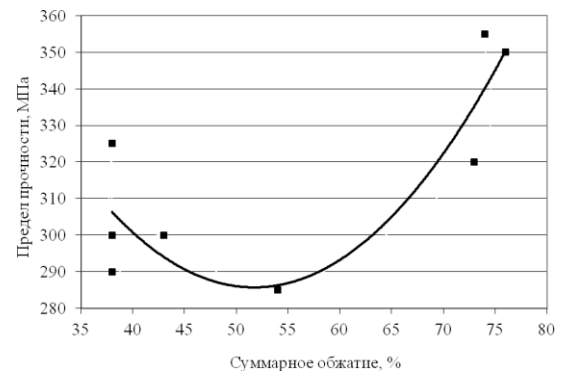


Рисунок 4. Зависимость предела прочности отожженного металла от суммарного обжатия

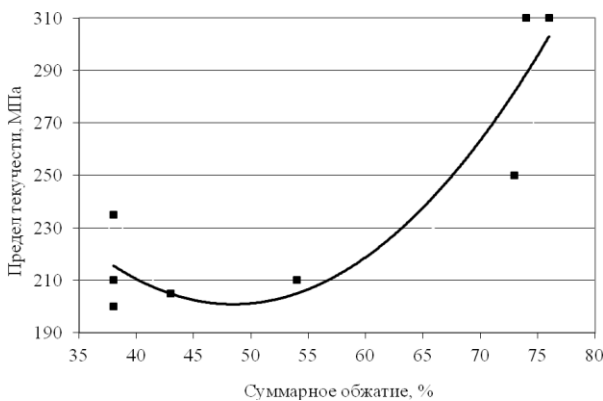


Рисунок 5. Зависимость предела текучести отожженного металла от суммарного обжатия

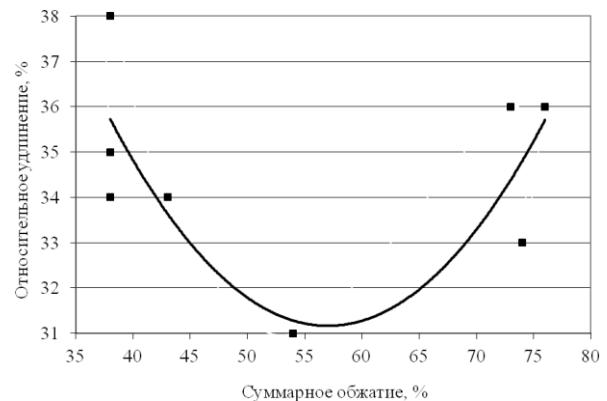


Рисунок 6. Зависимость относительного удлинения отожженного металла от суммарного обжатия

На рисунках 4 и 6 наблюдается явление понижения предела прочности и относительного удлинения отожженного металла при суммарном обжатии 53%. Данное явление связано со структурными преобразованиями, происходящие в металле. Получили следующие зависимости твердости HR, относительного удлинения  $\delta$ , пределов прочности  $\sigma_B$  и текучести  $\sigma_T$  от суммарного обжатия.

Для холоднокатаного металла

$$HR = 0,1399 \cdot \varepsilon_{\Sigma} + 67,91, \quad (1)$$

$$R^2 = 0,8792; F_{KrPACЧ} = 24,74 > F_{KrТАБЛ} = 6,61;$$

$$\sigma_B = 0,1211 \cdot \varepsilon_{\Sigma}^2 - 8,2255 \cdot \varepsilon_{\Sigma} + 687,39, \quad (2)$$

$$R^2 = 0,8774; F_{KrPACЧ} = 11,81 > F_{KrТАБЛ} = 5,78.$$

Для отожженного металла

$$HR = 0,2404 \cdot \varepsilon_{\Sigma} + 40,021, \quad (3)$$

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

$$R^2 = 0,929; F_{KrPACЧ} = 44,48 > F_{KrТАБЛ} = 6,61;$$

$$\sigma_T = 0,1369 \cdot \varepsilon_{\Sigma}^2 - 13,653 \cdot \varepsilon_{\Sigma} + 537,61, \quad (4)$$

$$R^2 = 0,6135; F_{KrPACЧ} = 26,19 > F_{KrТАБЛ} = 5,78;$$

$$\sigma_B = 0,1122 \cdot \varepsilon_{\Sigma}^2 - 12,067 \cdot \varepsilon_{\Sigma} + 604,03, \quad (5)$$

$$R^2 = 0,5322; F_{KrPACЧ} = 18,77 > F_{KrТАБЛ} = 6,94;$$

$$\delta = 0,0126 \cdot \varepsilon_{\Sigma}^2 - 1,4381 \cdot \varepsilon_{\Sigma} + 72,165, \quad (6)$$

$$R^2 = 0,5351; F_{KrPACЧ} = 18,99 > F_{KrТАБЛ} = 5,78.$$

Таким образом, полученные уравнения (1)-(6) являются адекватными.

С целью исследования механических свойств металла проведены механические испытания холоднокатаных и отожженных образцов. Построены модели зависимости механических свойств от суммарного обжата. Полученные данные в целом подтверждают результаты, ранее проведенных исследований. При сравнении полученных данных воспользуемся таблицей перевода значений твердости [4], найденных по разным методам (Бринелля, Роквелла). Так согласно источнику [5] твердость стали марки 08кп после прокатки без последующей термообработки составляет 131 единиц по шкале Бринелля или 72,96 единиц по шкале Роквелла. Полученные данные твердости после прокатки по шкале Роквелла в зависимости от суммарного обжата составляют: 74 (при  $\varepsilon_{\Sigma} = 38\%$ ), 76 (при  $\varepsilon_{\Sigma} = 54\%$ ) и 78,5 (при  $\varepsilon_{\Sigma} = 74\%$ ). Максимальная разность результатов не превышает 8%. Согласно источнику [6] твердость стали марки 08кп после отжига составляет 100 единиц по шкале Бринелля или 52,4 единиц по шкале Роквелла. Полученные данные твердости после отжига по шкале Роквелла в зависимости от суммарного обжата составляют: 50 (при  $\varepsilon_{\Sigma} = 38\%$ ), 53 (при  $\varepsilon_{\Sigma} = 54\%$ ) и 59,5 (при  $\varepsilon_{\Sigma} = 74\%$ ). Максимальная разность результатов не превышает 12%.

Согласно источникам [7, 8] относительное удлинение стали марки 08кп после отжига составляет 34%. Согласно полученным данным относительное удлинение образцов после отжига колеблется в пределах 31-38%. Максимальная разность результатов не превышает 11%.

Анализ данных зависимости предела прочности ( $\sigma_B$ ) от суммарного обжата стали 08кп не прошедшей последующего отжига, согласно источнику [9] показывает, что  $\sigma_B = 574$  МПа, при  $\varepsilon_{\Sigma} = 40\%$ ;  $\sigma_B = 616$  МПа, при  $\varepsilon_{\Sigma} = 50\%$ ;  $\sigma_B = 651$  МПа, при  $\varepsilon_{\Sigma} = 60\%$ . Сравнение с полученными данными показывает, что  $\sigma_B = 580$  МПа, при  $\varepsilon_{\Sigma} = 38\%$ ;  $\sigma_B = 620$  МПа, при  $\varepsilon_{\Sigma} = 54\%$ . Разность результатов не превышает 5%. Полученные данные в полной мере подтверждают сведения источника [10], в котором указывается, что предел прочности ( $\sigma_B$ ) стали 08кп термически обработанных холоднокатаных листов находится в пределах 260-380 МПа. Таким образом, полученные данные зависимости механических свойств от суммарного обжата холоднокатаного и отожженного металла в полной мере подтверждают результаты других исследователей.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Хасин, Г.А. Центральная заводская лаборатория / Г.А. Хасин, И.А. Бразгин. – М.: Металлургия, 1983. – 248 с.

2 ГОСТ 7564-97. Прокат. Общие правила отбора проб, заготовок и образцов для механических и технологических испытаний = Rolled products. General rules for sampling, blanks and samples for mechanical and technological tests. Переизд. Май 2004 с изм. 1. – Взамен ГОСТ 7564-73. Введ. 01.01.1999. – Минск: Издательство стандартов, 1997. – 16 с.: ил. УДК 621.771. Группа В23. Межгосударственный стандарт.

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

3 ГОСТ 11701-84. Металлы. Методы испытаний на растяжение тонких листов и лент = Methods for tensile testing of thin sheets and strips. – Взамен ГОСТ 11701-66. Введ. 01.01.1986. – М.: Издательство стандартов, 1984. – 15 с.: ил. УДК 669.01:620.172:006.354. Группа В09. Государственный стандарт СССР.

4 Лахтин, Ю.М. Термическая обработка в машиностроении: Справочник / Ю.М. Лахтин, А.Г. Рахштадт, А.П. Гуляев [и др.] – М.: Машиностроение, 1980. – 783 с.

5 Тылкин, М.А. Справочник термиста ремонтной службы. / М.А. Тылкин. – М.: Metallurgy, 1981. – 659 с.

6 Третьяков, А.В. Механические свойства металлов и сплавов при обработке давлением. Справочник / А.В. Третьяков, В.И. Зюзин. – М.: Metallurgy, 1973. – 224 с.

7 Коновалов, Ю.В. Справочник прокатчика / Ю.В. Коновалов, Г.И. Налча, К.Н. Савранский. – М.: Metallurgy, 1977. – 312 с.

8 Гуляев, А.П. Metallovedeniye / А.П. Гуляев. – М.: Metallurgy, 1986. – 544 с.

9 Кнорозов, Б.В. Технология металлов и материаловедение / Б.В. Кнорозов, Л.Ф. Усова, А.В. Третьяков [и др.] – М.: Metallurgy, 1987. – 800 с.

10 Зубченко, А.С. Марочник сталей и сплавов / А.С. Зубченко, М.М. Колосков, Ю.В. Каширский [и др.] – М.: Машиностроение, 2003. – 784 с.

A.V. Naizabekov, V.A. Talmazan, M.I. Rumyantsev, I.Y. Yevtushenko, V.I. Vinogradov,  
I.I. Kuzminov, A.S. Yerzhanov, K.Sh. Shorabaeva

### **Investigation of mechanical properties of cold-rolled steel**

**Abstract.** The article is devoted to investigation of mechanical properties of cold-rolled steel. Using modern certified equipment carried out the study of the mechanical properties of the metal in cold-rolled and annealed state. During this research identified models of dependency, reflecting the influence of the mechanical properties of the total reduction during rolling, also obtained graphs which describe the data dependencies.

**Key words:** cold rolling, total reduction, mechanical properties, rolling modes.

Ә.Б. Найзабеков, В.А. Талмазан, М.И. Румянцев, И.Ю. Евтушенко, В.И. Виноградов,  
И.И. Кузьминов, А.С. Ержанов, Қ.Ш. Шорабаева

### **Суықтай таптаудың механикалық қасиеттерін зерттеу**

**Аңдатпа.** Бұл мақала суықтай таптаудың механикалық қасиеттерін зерттеуге арналған. Қазіргі сертифицирталған құрал-жабдығын қолдана отырып суықтайтапталған және жасыталған жағдайындағы металлдың механикалық қасиеттері зерттелінген. Таптау кезіндегі қысу жиынтығы механикалық қасиеттеріне әсер етеін көрсеткішінің байланысты моделі зерттеу барысында анықталды, және зерттеу барысында берілген байлыныстарды көрсететін графикалары алынды.

**Кілттік сөздер:** суықтай таптау, қысу жиынтығы, механикалық қасиеттері, таптау режимдері.



UDC 669.162.266.44+66.046.46

<sup>1</sup>E.N. SELIVANOV, <sup>2</sup>K.ZH. ZHUMASHEV, <sup>3</sup>E.M. HARCHENKO, <sup>3</sup>T.G. EGOROVA,  
<sup>3</sup>T.R.TUSHIYEV

(<sup>1</sup>FSIoS Institute of Metallurgy, Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russian Federation; <sup>2</sup>Institute of Chemistry and Metallurgy in the name of Abishev Z.H., Karaganda, Kazakhstan, <sup>3</sup>Karaganda state industrial university, Temirtau, Kazakhstan)

### CEMENTATION OF ACID SOLUTIONS BY RETREATED COPPEROUS SLAG

**Annotation.** The problem of processing of wasted copper slag is one of the problems of current interest the solution of which can serve as an additional source of non-ferrous and ferrous metals, as well as improve the ecology of environment in areas where enterprises are operating. A new integrated technology of co-processing slags from copper smelting industry and waste copper electrolyte with the expansion of the product range is proposed.

**Key words:** wasted copper slag, waste recycle, waste copper electrolyte, solid-state reduction, metalized product, cementation of copper.

Pyrometallurgical production of non-ferrous metals is characterized by the formation of large amounts of waste products, the main of which are slags. For instance, at the smelters in the production of one ton of copper material, 2 to 4 tons of slag are produced during melting, refining and converter fusing. Integrated use of technogenic waste, which include slag, is creating a prerequisite for saving natural resources and the strengthening of the mineral resource base of non-ferrous metals. At the same time, because of the reducing of impact of reactive slag components (arsenic, copper, sulfur, etc.) on the environment, the overall ecological situation will improve.

Currently at the Balkhash mining metallurgical plant (BMMP) slags are subjected to flotation processing with the extraction of part of the copper in concentrate, being in the sulfide and metal forms [1,2,7]. However, this action does not solve the issue of utilization of flotation tailings and the already existing old slag heaps.

One of the promising areas of processing slag is go through a reduction treatment with the transfer of iron into the metallic state and then use the material to neutralize the sulfuric acid solutions, in particular – previously used copper electrolyte.

Slags of the copper-smelting production are rich in iron (29-60%), represented by the fayalite, whose solid-phase recovery begins at temperatures above 800°C. Laboratory and pilot trials showed that the maximum value of the degree of metallization – 89-91% is achieved at a temperature of 1100° C and 60 minutes exposure time. However, at this temperature the partial sintering of the charge is occurring, making it difficult for solid-state reduction of the slag components to process. It is therefore recommended to restore the slag at 1050 °C, and 60-minute exposure time, where the degree of metallization of 85% and above is.

In laboratory testing stage, the effect of lime addition into the charge for the recovery process was studied, and magnetic separation of the reconstituted product was carried out, with the following results: the mass of the magnetic fraction within the separation of calcine, recovered at a temperature of 1000°C for 60 minutes, is about 36%. Under the same conditions, but with the addition of CaO – 49%, and raising the temperature to 1100°C (60 min) is followed by growth of the magnetic fraction to 55 and 49% respectively. Selective extraction of iron in the magnetic fraction is not achieved, due to the thin metal impregnation.

The resulting reconstituted product as a substitute for iron scrap was transported at the Balkhash smelter to the department for processing of previously used copper electrolyte. The neutralization of the electrolyte (10.3 g/dm<sup>3</sup> Cu, 2,7As and 150 g/dm<sup>3</sup> H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) was carried out in the reactor (V = 8 m<sup>3</sup>) under stirring for one hour.

Раздел 1. «Металлургия. Технологии новых материалов»

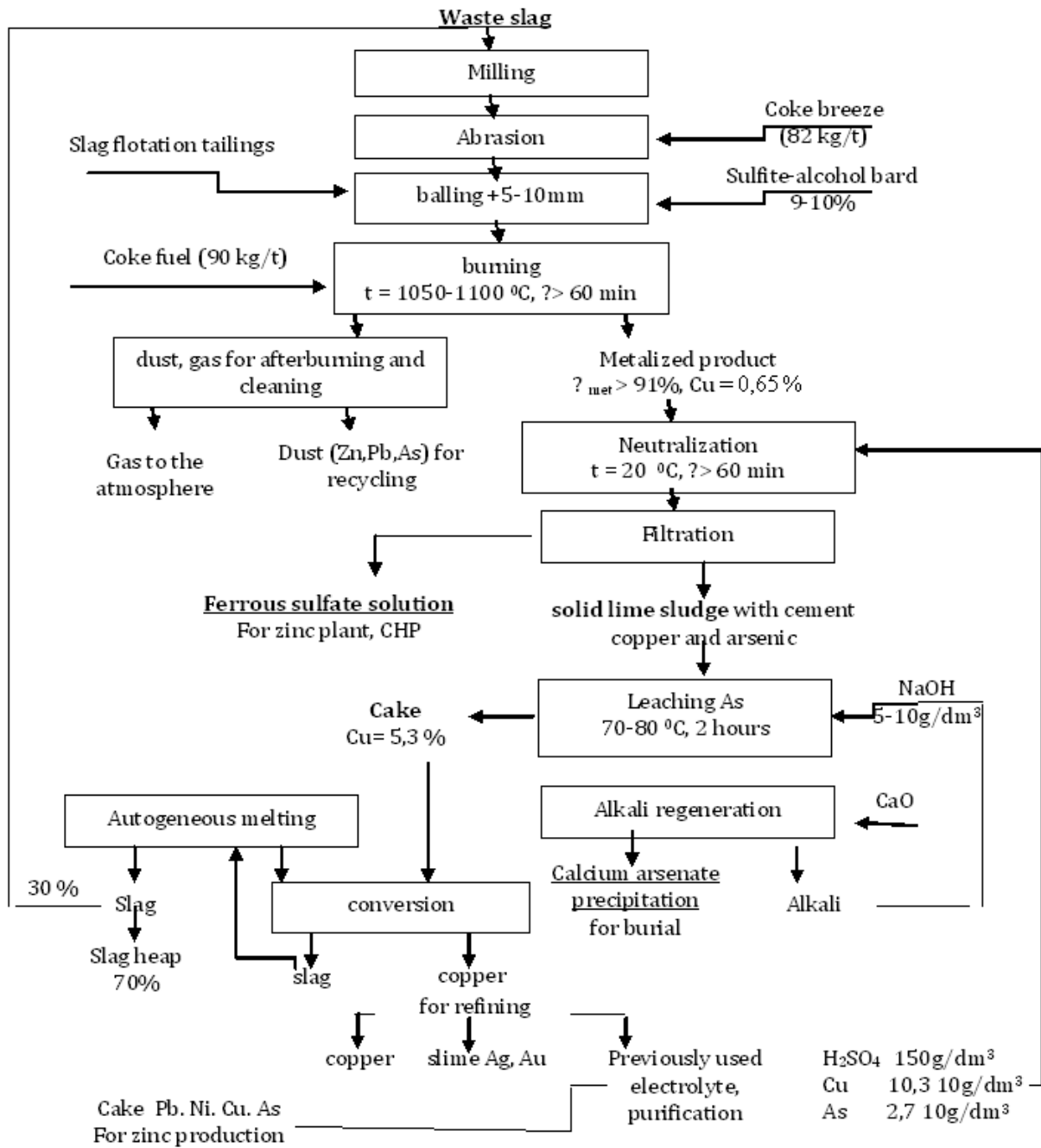


Figure 1. Technological scheme of preparation of waste slag and neutralization of previously used electrolyte

Table 1. Results of neutralization of electrolyte by reduced slag

№ Exp.	Reduced slag usage, g/dm <sup>3</sup>	Concentration of copper in the solution, g/dm <sup>3</sup>	Concentration of iron in the solution, g/dm <sup>3</sup>	Degree of dissolution, %	pH
1	100	< 0,01	33,7	89,9	0
2	200	vestige	67,5	90,0	0
3	300	vestige	98,1	87,3	1
4	400	vestige	98,1	65,4	4,8

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

As seen from the experimental results (Table. 1) at a usage of reduced slag from 100 to 200 grams per one  $\text{dm}^3$  of electrolyte, about 90% of iron passes into the solution and complete copper cementation is achieved. Increasing the recovered slag amount above 300 grams per 1  $\text{dm}^3$  leads to a decrease in the degree of transition of iron solution, while a complete neutralization of the acid ( $\text{pH} \approx 4,8$ ) is also appearing.

Thus, the results of semi-industrial tests and laboratory studies give reason to propose a fundamental technological scheme of joint processing of dump slags and previously used copper electrolyte for copper smelting plants. According to the proposed scheme (Figure 1) preparing the slag for firing consists of several steps: grinding of the slag, mixing it with the reducing agent in a mill, balling of it in a drum to obtain wet pellets with size + 5-10 mm, aging on the conveyor heated by circulating flue gases from the furnace and over the aglo-shaft furnace. Material discharged from the shaft furnace is cooled to  $70^\circ\text{C}$  and fed to the electrolyte neutralization stage and cementation deposition of copper in the reactor. Due to the fact that the As is contained in the electrolyte, it is precipitated as copper arsenide. To prevent the release of arsine, the ratio of copper to arsenic in the initial electrolyte must be at least 5:1. After neutralization, the pulp is pumped to a suction filter for separating solid and liquid phases. The solid silicate residue with the cementing copper and arsenic is leached by alkali solution of  $5-10 \text{ g/dm}^3$  at a temperature of  $70-80^\circ\text{C}$  for two hours.

Regeneration of alkali (90-92%) is carried out by adding calcium oxide to obtain a precipitate of calcium arsenate [3]. The solution is returned for the repeated leaching of arsenic. The orthoarsenate calcium precipitates is transported away for burial.

After being leached from arsenic, silicate residue with cemented copper is sent back to autogenous smelting (Vanyukov oven). A solution of iron sulphate ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) is sent to the zinc plant for pressure leaching of sulphide lead-zinc concentrates [4-6,8].

Considering the conditions of the Balkhash copper smelter, wherein in the electrolytic copper refining cycle about  $80 \text{ m}^3$  of electrolyte are taken out from the daily turnover, for neutralizing of which it is necessary to use 20-25 tons of reduced slag. Thus, the proposed technological scheme will help to involve a part of their own solid waste in the processing, and allow replacing scrap iron with the reduced slag. In addition, it will give an opportunity for conducting a complete neutralization of the used electrolyte; extract and return to the production cycle up to 319 ton of copper per year.

### LIST OF REFERENCES

- 1 Medihanov D.G. Vovlechenie v pererabotku syr'ya tekhnogennyh mestorozhdenij BGMK / Sb. nauchn. rabot po problemam BGMK, Balhash: BGMK, 2001. – S.137-142.
- 2 Kvyatkovskij A.N., Bobrov V.M., Sit'ko E.A., i dr. Poisk putej povysheniya kompleksnosti ispol'zovaniya syr'ya korporacii «Kazahmys» / Sb. nauchn. rabot po problemam BGMK, Balhash: BGMK, 2001. – S.19-23.
- 3 D.G. Medihanov, M.K. Alipbergenov, S.M. Isabaev, H.M. Kuzgibekova. Teoriya i praktika udaleniya mysh'yaka pri proizvodstve medi. - Karaganda, 2003 – 240 s.
- 4 Harchenko E.M., ZHumashev K. Izuchenie nauchno-tekhnologicheskikh osnov sovmestnoj pererabotki otval'nyh mednyh shlakov i otrabotannogo mednogo ehlektrolita // Vestnik YUzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. CHelyabinsk.: YUUrGU, 2011, № 36 (253), s. 18-23.
- 5 Harchenko E.M., ZHumashev K., Selivanov E.N. Himizm vzaimodejstviya  $\text{Cu}_2\text{O-PbO-2FeO}$  s metallicheskim zhelezom / Mezhdunar. nauchn. konf. «Fiziko-himicheskie osnovy metallurgicheskikh processov», Moskva.: MISiS, 2012, s.80
- 6 Harchenko E.M., Ul'eva G.A., Egorova T.G., Rahimbekov S.S. Pererabotka shlakov medeplavil'nogo proizvodstva // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij. RAE. 2015, CH.1, № 7, s. 30-34
- 7 Ozhogina E.G., Bronickaya E.S., Anufrieva S.I., i dr. Analiz i vybor sposobov pererabotki metallurgicheskikh shlakov // Cvetnye metally. - 2002. - №8. - S. 26-29.

8 Harchenko E.M., Zhumashev K. The study of scientific and technological bases of the co-processing of copper slag dump and waste copper electrolyte // Bulletin of South Ural State University. Chelyabinsk.: SUSU, 2011, № 36 (253), p. 18-23.

Е.Н. Селиванов, К.Ж. Жумашев, Е.М. Харченко, Т.Г. Егорова, Т.Р. Тушиев

**Қалпына келтірілген мыс қожының қышқыл ерітінділерінің цементациясы**

**Андатпа.** Аумақтық кәсіпорындарында ең басты мәселесі шламтағы мысты қайта өндеу, түсті және қара металдардың қосымша қайнар көзі болып табылады және қоршаған ортаның жағдайын жақсартады. Біріккен кәсіпорында мыс құймаларын қайта өндеуде және шығарылған өнімдердің өндірілген мыстық электролиттердің кеңейтілген жаңа комплекстік түрлерімен ұсынылады.

**Түйін сөздер:** аудару мыс қожы, мыс электролиті, мыстың өнімі, цементация металлизделген қатты фазаны қалпына келтіру пайдаланылған қалдықтарды кәдеге жарату

Е.Н. Селиванов, К.Ж. Жумашев, Е.М. Харченко, Т.Г. Егорова, Т.Р. Тушиев

**Цементация кислотных растворов восстановленным медным шлаком**

**Аннотация.** Проблема переработки отвальных медных шлаков является одной из актуальных проблем, решение которой может служить дополнительным источником цветных и черных металлов, а также улучшить состояние окружающей среды в районах действия предприятий. Предложена новая комплексная технология совместной переработки шлаков медеплавильного производства и отработанного медного электролита с расширением ассортимента выпускаемой продукции.

**Ключевые слова:** отвальный медный шлак, утилизация отходов, отработанный медный электролит, твердофазное восстановление, металлизированный продукт, цементация меди.

УДК 669. 01:53; 669.01:54

А.Х. НУРУМГАЛИЕВ, А.Б. АЛЪКЕНОВА, Р.К. ЖАСЛАН, А.Л. НЕПОЧАТОВ  
(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ В СИСТЕМАХ:  
SiC – SiO<sub>2</sub>, SiC – MnO, SiC – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiC – BaO

**Аннотация.** Исследованы взаимодействия карбида кремния с оксидами кремния, алюминия, марганца и бария при процессе получения комплексных ферросплавов. В рассматриваемой работе приведены результаты полного термодинамического анализа (ПТА) в системах: SiC-SiO<sub>2</sub>, SiC-MnO, SiC-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiC-BaO с использованием программного комплекса «АСТРА». По результатам моделирования построены графики зависимости равновесную фазового состава исследуемых систем от температуры и приведен анализ полученных результатов с определением оптимальной области сплавообразования, карбидообразования и шлакообразования.

**Ключевые слова:** термодинамика, моделирование, многокомпонентные системы, программный комплекс «Астра».

В настоящее время в металлургии в основном для производства стали и сплавов в качестве раскислителя и восстановителя используют сплавы ферросилиция, алюминия. Одним из перспективных методов является замена традиционных ферросплавов комплексными сплавами. Для производства комплексных сплавов не требуются высококачественные исходные материалы, при этом запасы некондиционного сырья с каждым годом увеличиваются. Поэтому, возникает необходимость изучения новых составов сырья для рационального использования и получения комплексных ферросплавов.

При получении комплексных ферросплавов протекает множество различных реакций зависящих от состава и температуры. Для того чтобы подавлять нежелательные и реализовать требуемые реакции необходимо рассмотреть все реакции в комплексе с учетом их взаимовлияния. Только тогда можно выявить главные особенности процесса, роль тех или иных фаз и благоприятные условия для формирования металла. Однако решение этой задачи традиционными научными методами может замедлить движение вперед. Поэтому в настоящее время при разработке новых технологий, прогнозировании их эффективности и экологичности все чаще используется компьютерное моделирование разрабатываемых процессов [1].

Главной задачей физико-химического моделирования процесса является определение равновесного фазового состава сложной многокомпонентной системы в зависимости от исходного состава и температуры.

На сегодняшний день наиболее универсальной программой термодинамического расчета в многокомпонентных системах является автоматизированная система под названием "Астра" [2].

Исходный состав компонентов исследуемых систем SiC – SiO<sub>2</sub>; SiC – MnO, SiC – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и SiC – BaO был выбран на основе промежуточных реакций лимитирующих процесс восстановления комплексных ферросплавов:



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



Выбранный исходный состав компонентов систем приведён в таблице 1. Термодинамическое моделирование на ПК "Астра" проводилось в интервале температур 1673-2873 К. По результатам моделирования построены графики зависимости равновесного фазового состава систем SiC -SiO<sub>2</sub>; SiC - MnO, SiC - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и SiC – BaO от температуры и проведен анализ полученных результатов с определением оптимальной области сплавообразования, карбидообразования, шлакообразования и т.д. Результаты полученные при проведении исследования можно рассмотреть на примере системы SiC-SiO<sub>2</sub> [3].

Таблица 1. Исходный состав исследуемых систем

Система SiC-SiO <sub>2</sub>		Система SiC- MnO	
Компонент	%	Компонент	%
SiC	51,61	SiC	25,26
SiO <sub>2</sub>	48,39	MnO	74,74
Система SiC- Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Система SiC- BaO	
Компонент	%	Компонент	%
SiC	41,38	SiC	17,3
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	58,62	BaO	82,7

Таблица 2. Равновесный фазовый состав в системе SiC-SiO<sub>2</sub> (SiC/SiO<sub>2</sub> = 1,06)

Состав рабочего тела: Si=20,718;C=12,744;O=15,948 [моль/кг]							
Фаза моль/кг	Температура, К						
	1673	1873	2073	2273	2473	2673	2873
CO			0,79978	9,1941	11,732	12,626	12,356
Si						0,26394	0,94155
Si <sub>2</sub>							0,13393
SiO			1,3782	6,7530	4,2156	3,3215	3,5916
Si <sub>2</sub> C							0,19753
K*Si		0,021	0,51040	10,400	15,403	16,897	15,373
K*SiO <sub>2</sub>	7,9731	7,9601	6,8848				
K*SiC	12,743	12,737	11,944	3,5480	0,99417		

### Анализ полученных результатов

#### Система SiC – SiO<sub>2</sub>.

По результатам полного термодинамического анализа (табл. 2) показано, что в интервале температур 2273-2873 К происходит интенсивное взаимодействие SiC с SiO<sub>2</sub>. При температуре 1873 К установлено начало взаимодействия с образованием конденсированного кремния, содержание которого повышается с повышением температуры и при температуре 2673 К достигает максимального значения 16,897 моль/кг. При температуре 2273 К оксид кремния полностью исчезает. При температуре 2473 К наблюдается минимальное содержание SiC, а при 2673 К карбид полностью исчезает. В состав газовой фазы входят следующие компоненты CO, Si, SiO. Образование газовой фазы CO, SiO наступает при температуре 2073 К и с повышением температуры выход газа увеличивается, а Si при температуре 2673 К.

На основе полного термодинамического анализа (ПТА) были построены графические зависимости состава конденсированной и газовой фазы от температуры (рис. 1-8).

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

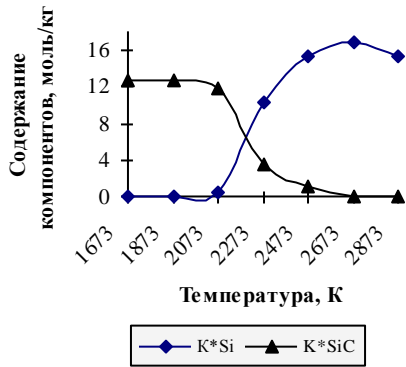


Рисунок 1. Зависимость состава конденсированной фазы в системе SiC – SiO<sub>2</sub> от температуры

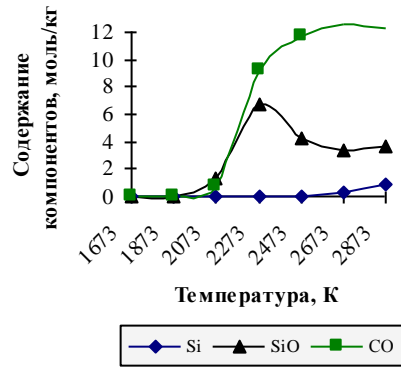


Рисунок 2. Изменение состава газовой фазы в системе SiC – SiO<sub>2</sub> от температуры

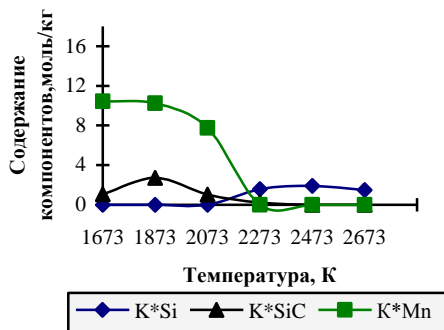


Рисунок 3. Зависимость состава конденсированной фазы в системе SiC – MnO от температуры

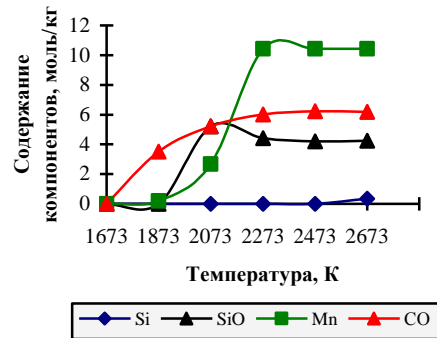


Рисунок 4. Изменение состава газовой фазы в системе SiC – MnO от температуры

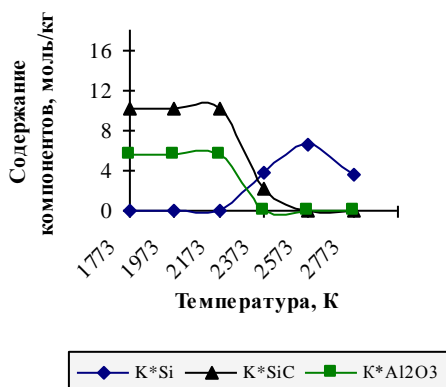


Рисунок 5. Зависимость состава конденсированной фазы в системе SiC – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> от температуры

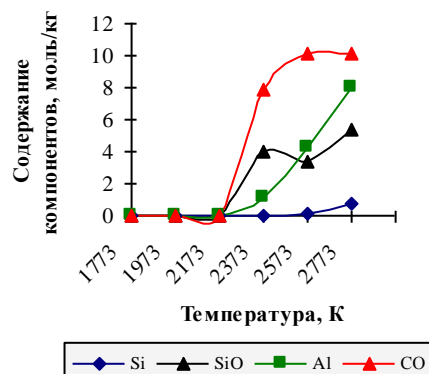


Рисунок 6. Изменение состава газовой фазы в системе SiC – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> от температуры

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

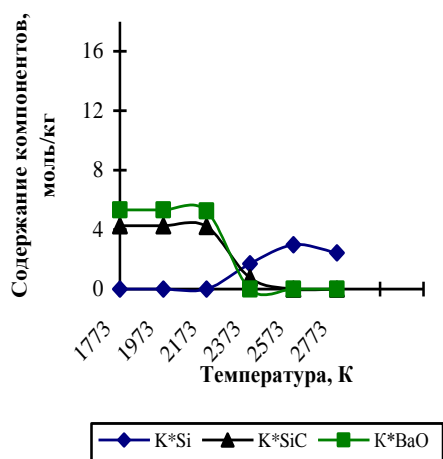


Рисунок 7. Зависимость состава конденсированной фазы в системе SiC – BaO от температуры

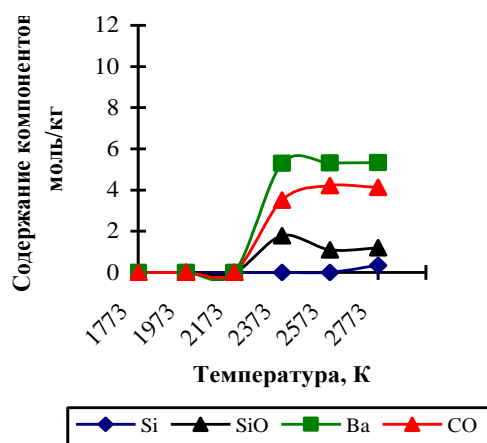


Рисунок 8. Изменение состава газовой фазы в системе SiC – BaO от температуры

На рисунке 1 и 2 приведены графики зависимости состава конденсированной и газовой фазы системы SiC-SiO<sub>2</sub>. Из графика (рис. 1), видно, что концентрация SiC в интервале температур 1673-1873 К не изменяется. При температуре 1873 К установлено начало взаимодействия SiC с SiO<sub>2</sub>, с увеличением интенсивность протекания реакции возрастает. Концентрация Si начиная с 1873 К и по мере протекания взаимодействия возрастает. Из графика (рис. 2), видно, что в состав газовой фазы системы входят следующие компоненты CO, Si, SiO. Начало образования газовой фазы CO и SiO наблюдается при температуре 2073 К, а Si при 2673 К. С ростом температуры содержание компонентов газовой фазы растет.

В системе SiC – MnO (рис. 3) установлено начало взаимодействие SiC с MnO при температуре 1673 К. Оптимальная температура сплавообразования 2073-2273 К. Газовая фаза системы SiC – MnO (рис. 4) состоит из CO, Si, SiO, Mn. Начало образования газовой фазы CO и Mn наблюдается при температуре 1873 К, SiO при 2073 К, а Si при 2673 К с ростом температуры содержание компонентов газовой фазы растет. Распределение компонентов следующее: конденсированный марганец – 74,41%, марганец в газовой фазе – 25,58%, карбид – 16,34%, SiO – 83,61%.

В системе SiC – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (рис. 5) наблюдается постепенное снижение концентрации SiC по мере роста температуры. Начало взаимодействия протекает при 1973 К, а оптимальная температурная зона протекания реакций – 2173-2373 К. Образование конденсированного кремния происходит при температуре 2373 К и с ростом температуры увеличивается за счет разрушения карбида. Образование конденсированного Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> наблюдается в интервале температур 1773-2173 К. Газовая фаза системы SiC- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (рис. 6) состоит из CO, Si, SiO, Al. Начало образования газовой фазы CO, SiO и Al наблюдается при температуре 2373 К, Si при 2573 К, с ростом температуры содержание компонентов газовой фазы растет. Распределение компонентов по кремнию следующее: карбид – 22,27%, кремний – 37,95%, в газовой фазе – 39,23%. Распределение компонентов по алюминию в газовой фазе: Al – 9,8875%, Al<sub>2</sub>O – 45,02%.

В системе SiC – BaO (рис. 7) температурой начала протекания реакций взаимодействия является 1973 К. Интенсивное взаимодействие компонентов происходит в интервале температур 2373-2573 К. Образование кремния происходит при температуре 2373 К с постепенным его увеличением. Устойчивость BaO наблюдается в интервале температур 1773-2173 К. Газовая фаза в данной системе (рис. 8) состоит из CO, Si, SiO, Ba. Начало образования газовой фазы CO, SiO и Ba наблюдается при температуре 2173-2373 К, Si при 2773 К, с ростом



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

температуры содержание компонентов газовой фазы растет. Распределение компонентов по кремнию следующее: конденсированная фаза содержит 17,61% карбида, 40,063% кремния, газовая фаза содержит 41,65% оксида кремния. Распределение компонентов по барии в газовой фазе: барий – 99,073%.

### Выводы:

На основе проведенного термодинамического моделирования на ПК «Астра» в системах SiC-SiO<sub>2</sub>; SiC-MnO, SiC-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и SiC-BaO можно сделать следующий вывод:

- установлены оптимальные температурные зоны процесса сплавообразования;
- выявлены распределения рассматриваемых компонентов (Si, Mn, Al, Ba) по металлическим фазам;
- результаты термодинамического анализа подтверждены литературными и практическими данными;
- применение программного комплекса «Астра» при анализе сложных многокомпонентных систем позволяет оперативно прогнозировать процессы сплавообразования и в дальнейшем совершенствовать технологию выплавки комплексных ферросплавов.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Моисеев Г.К., Вяткин Г.П. Термодинамическое моделирование в неорганических системах. – Челябинск.: ЮУрГУ, 1999. с.256.

2 Нурумгалиев А.Х. и др. Физико-химическое моделирование и анализ в системе Fe-Si-Al-C-O.// Труды Международной научной конференции «Наука и образование ведущий фактор стратегии Казахстан-2030», Караганда, КарГТУ, 2005, вып.2, с.262-265.

3 Нурумгалиев А.Х. Термодинамическое моделирование углетермических процессов в системах Si-O-C и Al-O-C.// Труды 2 Международной научно-практической конференции «Теоретическая и экспериментальная химия», Караганда, КарГУ, 2004, с.255-261.

А.Х. Нурымгалиев, А.Б. Алькенова, Р.К. Жаслан, А.Л. Непочатов

### Термодинамикалық модельдеу және талдау жүйелері: SiC-SiO<sub>2</sub>, SiC-MnO, SiC-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiC-BaO

**Аңдапта.** Ферроқорытпалар өндіру кремний, алюминий, марганец және барий күрделі процесінің оксидтерінен кремний карбидінің өзара іс-қимылды зерттеді. толық термодинамикалық талдау жұмысына нәтижелері (ӘБК) жүйелер: бағдарламалық буманы «Астра» пайдаланатын SiC-SiO<sub>2</sub>, SiC-MnO, SiC-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiC-BaO. модельдеу учаскесін температура мен қорытпасын, карбиді және қож оңтайлы саласындағы анықтау алынған нәтижелерді талдау арқылы зерттелген жүйелердің тепе-теңдік фазалық құрамы нәтижесінде.

**Түйін сөздер:** термодинамика, модельдеу, көпкомпонентті жүйелер, бағдарламалық кешені «Астра».

А.Х. Нурымгалиев, А.Б. Алькенова, Р.К. Жаслан, А.Л. Непочатов

### Thermodynamic modeling and analysis systems: SiC-SiO<sub>2</sub>, SiC-MnO, SiC-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiC-BaO

**Annotation.** We studied the interaction of silicon carbide from oxides of silicon, aluminum, manganese and barium complex process of producing ferroalloys. In the work the results of a complete thermodynamic analysis (PCA) systems: SiC-SiO<sub>2</sub>, SiC-MnO, SiC-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiC-BaO using the software package "ASTRA". As a result of the simulation plot the equilibrium phase composition of the systems studied by temperature and an analysis of the results obtained with the definition of the optimum field of alloy, carbide and slag.

**Keywords:** thermodynamics, modeling, multi-component systems, program complex «Astra».

UDC 621.771.23

<sup>1</sup>A.B. NAIZABEKOV, <sup>2</sup>V.A. TALMAZAN, <sup>4</sup>M.A. POLYAKOVA, <sup>3</sup>I.Y. YEVTUSHENKO,  
<sup>3</sup>V.I. VINOGRADOV, <sup>2</sup>I.I. KUZMINOV, <sup>3</sup>E.N. RESHOTKINA, <sup>3</sup>K.V. MANTUROV,  
<sup>2</sup>A.S. YERZHANOV, <sup>2</sup>K.SH. SHORABAEVA

(<sup>1</sup>Rudny industrial institute, Rudny, Kazakhstan, <sup>2</sup>Karaganda state industrial university,  
<sup>3</sup>ArcelorMittal Temirtau JSC, Temirtau, Kazakhstan, <sup>4</sup>G.I. Nosov Magnitogorsk State  
 Technical University, Magnitogorsk, Russian Federation)

## METALLOGRAPHICAL STUDY OF ROLLED PRODUCTS

**Abstract.** The article is devoted to metallographic study of cold-rolled steel. With the use of modern metallographic equipment carried out the study of the effect of modes of reductions and tensions on the structure of the metal in cold rolling. The study revealed regularities of the influence of rolling modes on the structure of the metal. The results of the study can be used for optimization of cold rolling.

**Key words:** cold rolling, grain of metal, metallographic study, modes of reductions and tensions.

Depending on appointment rolled products are processed according to various modes for the purpose of the certain structure setting and reception of required plastic characteristics.

The purpose of this work is the studying of influence of reduction and tension modes on steel structure during cold rolling of strips.

Dimensions of cross section of the initial strip  $h_0 \times b_0 = 0.9 \times 120$  mm, steel grade – 08kp. With application of the top light microscope “NEOPHOT 21” the grain of the initial strip – extended, 9<sup>th</sup> point – was defined. The initial strip was manufactured from cold rolled annealed strip  $h_0 \times b_0 = 3.0 \times 1000$  mm, received from continuous 5 stand cold rolling mill 1700 [1-3].

Rolling of an initial strip was carried out at the laboratory-industrial mill 200 of ArcelorMittal Temirtau JSC. The strip was rolled and annealed according to modes accepted at ArcelorMittal Temirtau JSC. The strip was rolled according to the shop mode of reduction and tension (mode A), as well as according to the mode providing increase of particular reduction and forward tension (mode B). Tension was measured by means of stress meters and adjusted by means of change of down-coilers speeds. Modes of reduction and tension are given in Table 1-2.

Annealing of strips was carried out in the reheating furnace with application of protective nitric atmosphere. Heating was carried out up to the temperature 650°C within 5 hours with 30 minute endurance at the maximum temperature.

Table 1. Mode A of strip cold rolling

No. of passage	Strip thickness, $h_i$ , mm	Reduction rate, $\varepsilon_i$ , %	Total reduction rate, $\varepsilon_{\Sigma i}$ , %	Forward tension, $q_{1i}$ , MPa	Rear tension, $q_{0i}$ , MPa
1	2	3	4	5	6
0	0,90	–	–	–	–
1	2	3	4	5	6
1	0,69	23,00	23,00	71,01	59,18
2	0,53	23,00	41,00	92,45	77,04
3	0,41	23,00	54,00	119,51	99,59
4	0,31	24,00	66,00	158,06	131,72
5	0,24	23,00	73,00	204,17	170,14

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

Table 2. Mode B of strip cold rolling

No. of passage	Strip thickness, $h_i$ , mm	Reduction rate, $\varepsilon_i$ , %	Total reduction rate, $\varepsilon_{\Sigma i}$ , %	Forward tension, $q_{1i}$ , MPa	Rear tension, $q_{0i}$ , MPa
0	0,90	–	–	–	–
1	0,63	30,00	30,00	129,63	64,81
2	0,44	30,00	51,00	185,61	92,80
3	0,31	30,00	66,00	289,78	158,06
4	0,22	29,00	76,00	315,53	185,61

Metallographic researches after the rolling of cold rolled strip were carried out with application of an optical microscope “LEICADM IRM HC” according to GOST 5639-82. Samples which have preliminary passed grinding, polishing and pickling, with dimensions  $h \times b = 30 \times 40$  mm were used. For the purpose of metallic surface preparation for metallographic researches samples were ground at the grinding and polishing machine tool “TEGRA POL – TEGRA FORCE” with application of grinding disks. Then samples were polished by GOI paste with application of polishing cloth and pickled in 10% solution of nitric acid. The received results were compared with reference benchmarking 10 point scales [4-6].

Results of metallographic researches have shown that rolled strips have 9 points according to grain (Figure 1-3). During the analysis of grain points at samples there were areas selected where height (H) and width (B) were measured (with multiplication  $\times 1000$ ) at grains, included into these areas. Results of researches are given in the Table 3.

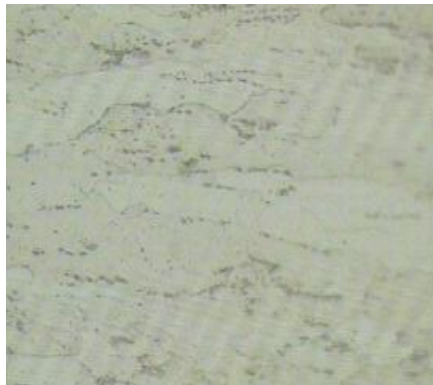


Figure 1. Microstructure of initial strip ( $\times 1000$ )



Figure 2. Microstructure of strip rolled as per mode A ( $\times 1000$ )



Figure 3. Microstructure of strip rolled as per mode B ( $\times 1000$ )

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

Table 3. Results of grain treatment according to modes A & B

Mode A			Mode B		
H, $\times 10^{-3}$ mm	B, $\times 10^{-3}$ mm	B/H	H, $\times 10^{-3}$ mm	B, $\times 10^{-3}$ mm	B/H
3,5	7,5	2,1	3,0	6,0	2,0
2,0	1,0	0,5	2,8	5,0	1,8
1,5	2,5	1,7	4,0	3,5	0,9
2,0	3,5	1,8	4,0	5,0	1,3
1,0	0,5	0,5	2,0	3,5	1,8
1,5	3,0	2,0	3,0	1,0	0,3
2,5	4,0	1,6	2,5	3,0	1,2
2,0	4,5	2,3	2,5	4,0	1,6
2,5	3,5	1,4	2,5	3,5	1,4
2,5	4,5	1,8	1,0	3,0	3,0
Average value					
2,3	3,8	1,7	2,4	3,6	1,8
Dispersion, $S^2$					
0,8	3,7	0,4	0,9	1,9	0,9

The Table 3 testifies that  $S_{(H)}^2$  for modes A and B practically does not differ.  $S_{(B)}^2$  for mode A is 1.95 times more than for mode B. Subsequently, the strip, rolled as per mode B has smaller deviation from average value in dimensions of grains in comparison with strip, rolled as per mode A.  $S_{(B/H)}^2$  as per mode B is 2.25 times more than as per mode A. Consequently, the strip, rolled as per mode B has more elongated shape of grains, than the strip, rolled as per mode A.

### Conclusions

There was metallographic research carried out at strips, rolled in cold condition as per different modes of reduction and tension. After the increase of particular reduction and forward tension the deviation of grains dimensions from average value is decreasing, and the structure gets the elongated shape.

### LIST OF REFERENCES

- 1 ГОСТ 7564-97. Прокат. Общие правила отбора проб, заготовок и образцов для механических и технологических испытаний = Rolled products. General rules for sampling, blanks and samples for mechanical and technological tests. Переизд. Май 2004 с изм. 1. – Взамен ГОСТ 7564-73. Введ. 01.01.1999. – Минск: Издательство стандартов, 1997. – 16 с.: ил. УДК 621.771. Группа В23. Межгосударственный стандарт.
- 2 ГОСТ 11701-84. Металлы. Методы испытаний на растяжение тонких листов и лент = Methods for tensile testing of thin sheets and strips. – Взамен ГОСТ 11701-66. Введ. 01.01.1986. – М.: Издательство стандартов, 1984. – 15 с.: ил. УДК 669.01:620.172:006.354. Группа В09. Государственный стандарт СССР.
- 3 Третьяков А.В. Механические свойства металлов и сплавов при обработке давлением. Справочник / А.В. Третьяков, В.И. Зюзин. – М.: Metallurgy, 1973. – 224 с.
- 4 Гуляев А.П. Металловедение / А.П. Гуляев. – М.: Metallurgy, 1986. – 544 с.
- 5 Кнорозов Б.В. Технология металлов и материаловедение / Б.В. Кнорозов, Л.Ф. Усова, А.В. Третьяков [и др.] – М.: Metallurgy, 1987. – 800 с.
- 6 Зубченко А.С. Марочник сталей и сплавов / А.С. Зубченко, М.М. Колосков, Ю.В. Каширский [и др.] – М.: Машиностроение, 2003. – 784 с.

Ә.Б. Найзабеков, В.А. Талмазан, М.А. Полякова, И.Ю. Евтушенко, В.И. Виноградов,  
И.И. Кузьминов, Е.Н. Решоткина, К.В. Мантуров, А.С. Ержанов, Қ.Ш. Шорабаева

**Суықтай таптаудың металлографиялық зерттеу**

**Аңдатпа.** Бұл мақала суықтай таптаудың металлографиялық зерттеуге арналған. Қазіргі замандағы металлографиялық құрал-жабдықтарды қолдана отырып суықтай таптау кезіндегі металлдың құрылысына әсер ететін қысу және керілуінің режимдерді зерттеуге алынды. Металлдың құрылысына әсер ететін таптаудың режимдерінің заңдылықтары зерттеу барысында анықталды. Зерттеу нәтижелерін суықтай таптау режимдерін оңтайландыру мақсатында қолдануға болады.

**Кілттік сөздер:** суықтай таптау, металлдың түйірі, металлографиялық зерттеу, қысу және керілудің режимдері

А.Б. Найзабеков, В.А. Талмазан, М.А. Полякова, И.Ю. Евтушенко, В.И. Виноградов,  
И.И. Кузьминов, Е.Н. Решоткина, К.В. Мантуров, А.С. Ержанов, Қ.Ш. Шорабаева

**Металлографическое исследование холоднокатаного проката**

**Аннотация.** Статья посвящена металлографическому исследованию холоднокатаного проката. С использованием современного металлографического оборудования проведено исследование влияния режимов обжатий и натяжений на структуру металла при холодной прокатке. В ходе исследования выявлены закономерности влияния режимов прокатки на структуру металла. Результаты исследования могут быть использованы при оптимизации режимов холодной прокатки.

**Ключевые слова:** холодная прокатка, зерно металла, металлографические исследования, режимы обжатий и натяжений.

UDC 621.771.06-114

B. BYKHIN, K. NOGAEV, D. KALMYRZAEV  
(Karaganda state industrial University, Temirtau, Kazakhstan)

ASSESSMENT OF THE EXTENT OF THE ACCUMULATED PLASTIC DEFORMATION DURING ROLLING IN CALIBERS THAT IMPLEMENT TRANSVERSE SHEAR

**Abstract.** The article is devoted to the assessment of the extent of the accumulated plastic deformation during rolling in calibers that implement transverse shift during severe plastic deformation. In article was analyzed and processed results of mathematical modeling of rolling process with the use of software DEFORM 3D in new calibers for a complete cycle of implementation of a new method.

**Key words:** severe plastic deformation accumulated plastic deformation, modeling, full rolling cycle, deforming.

For assessment of the value of hardening and the technological capabilities of the material by the resource of plasticity it is necessary to assess the extent of accumulated plastic deformation (or rate of deformation)  $\epsilon_i$ . In this case, the need to determine the amount of  $\epsilon_i$  also emerges with the purpose of the evaluation of the metal processing throughout the full cycle of the deformation process, which carried out for several passes with an alternating deformation.

For determining the accumulated plastic deformation with the use of the program DEFORM 3D carried out modeling of rolling process in the new calibers for the full cycle of implementation of a new method, i.e., for four passages in the calibers system «rhombus-square» (figure 1) [1-5].

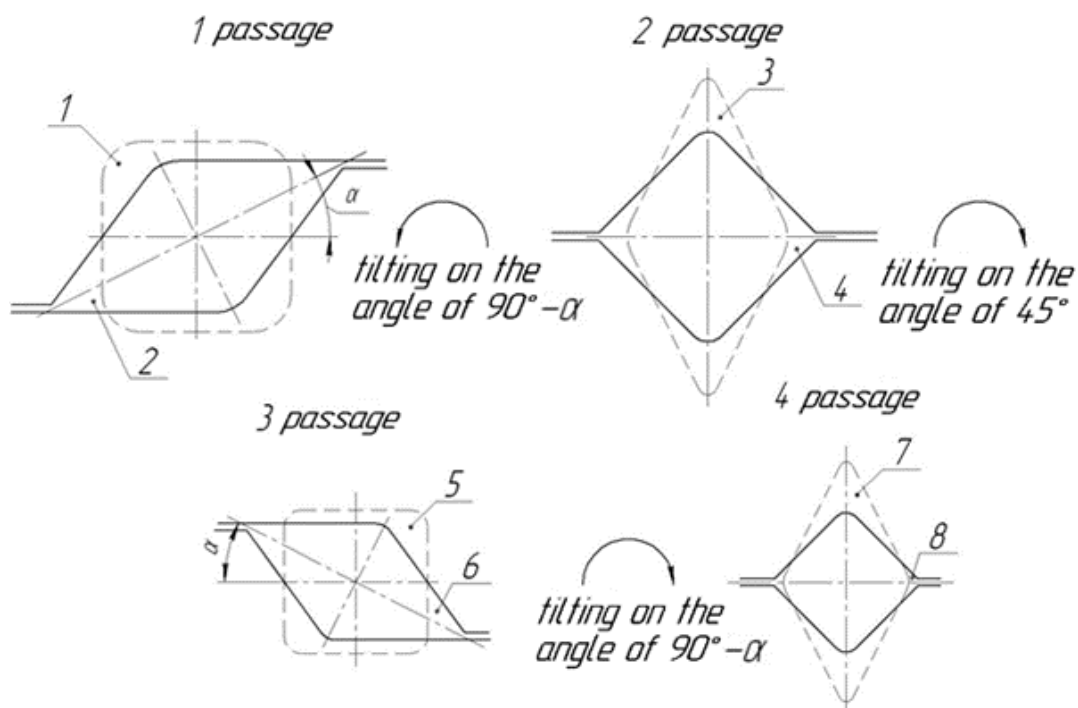


Figure 1. The rolling scheme by the proposed system of calibers «rhombus-square» with non-diagonal location of the rhombic caliber

During modeling of the rolling process with the use of the program DEFORM 3D the initial calculations and their visualization showed that the model adequately describes the process of metal

flow in the considered calibers. As the result of modeling obtained the values of all components of tensors of stresses and strains, equivalent stresses and strains, values of load and moment, which affect rolls during rolling of the strip.

During processing the results of modeling carried out tracking of indicators of the stress-strain state at 9 points, which located in different zones of the cross-section of the billet (figure 2). This allowed to conduct a detailed analysis of the distribution pattern of indicators of stress-strain state in the cross-section and change of their values by the passes.

The total value of the accumulated plastic deformation at typical points of the cross-section at the exit from caliber of each pass presented in table 1 and shown in figure 3.

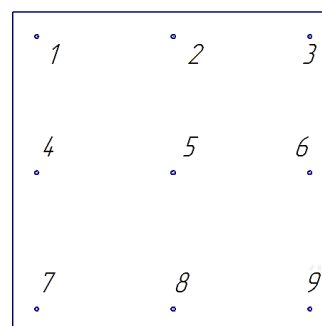


Figure 2. Location of points for the tracking of indicators of the stress-strain state

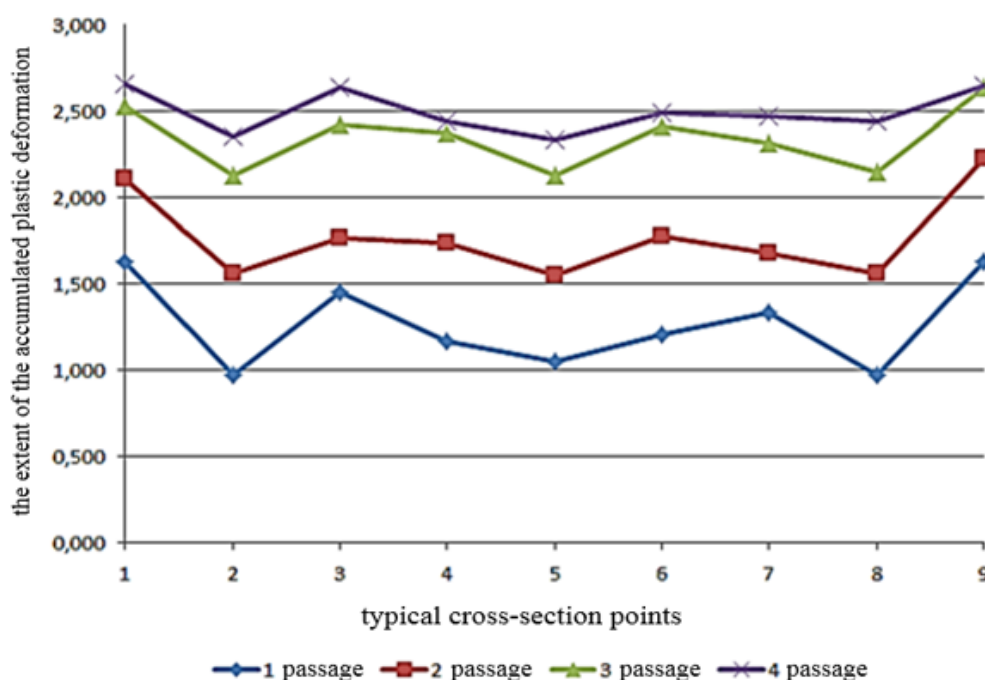


Figure 3. The total value of the accumulated plastic deformation at typical points of the cross-section at the exit from caliber

Table 1. The total value of the accumulated plastic deformation at typical points of the cross-section at the exit from caliber

Passage	Points								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1,626	0,966	1,452	1,162	1,051	1,203	1,334	0,974	1,628
2	2,102	1,554	1,762	1,729	1,544	1,775	1,673	1,553	2,223
3	2,522	2,127	2,417	2,366	2,128	2,404	2,310	2,147	2,631
4	2,652	2,345	2,634	2,438	2,327	2,483	2,462	2,441	2,642

Assessment of the extent of the accumulated plastic deformation at the first passage shows rather high values throughout the cross-section (from 1,628 to 0,966). Higher levels of accumulated plastic deformation with non-diagonal location of rhombic calibers in comparison to the traditional scheme of rolling associated with the influence of lateral inclined walls of the caliber, whereby the

strip subjected to macro shear deformation in opposite directions from the side of upper and lower rolls.

Along with that, in this passage there is a significant difference in values of accumulated plastic deformation, which in typical points of the different zones comes to 68%. This indicates insufficiently even deformation distribution of the billet throughout the cross-section. Meanwhile, the most intense deformation occurs in corner zones, which located on the short diagonal of the rhombic cross-section.

The deformation on the second passage, implemented in the square caliber, does not take sufficient changes in the nature of the distribution of values of total accumulated plastic deformation through the cross-section. However, a relatively high deformation ratio in this passage occurs at the typical points (points 2, 5 and 8) in which in the previous passage the extent of accumulated plastic deformation was lower (figure 4).

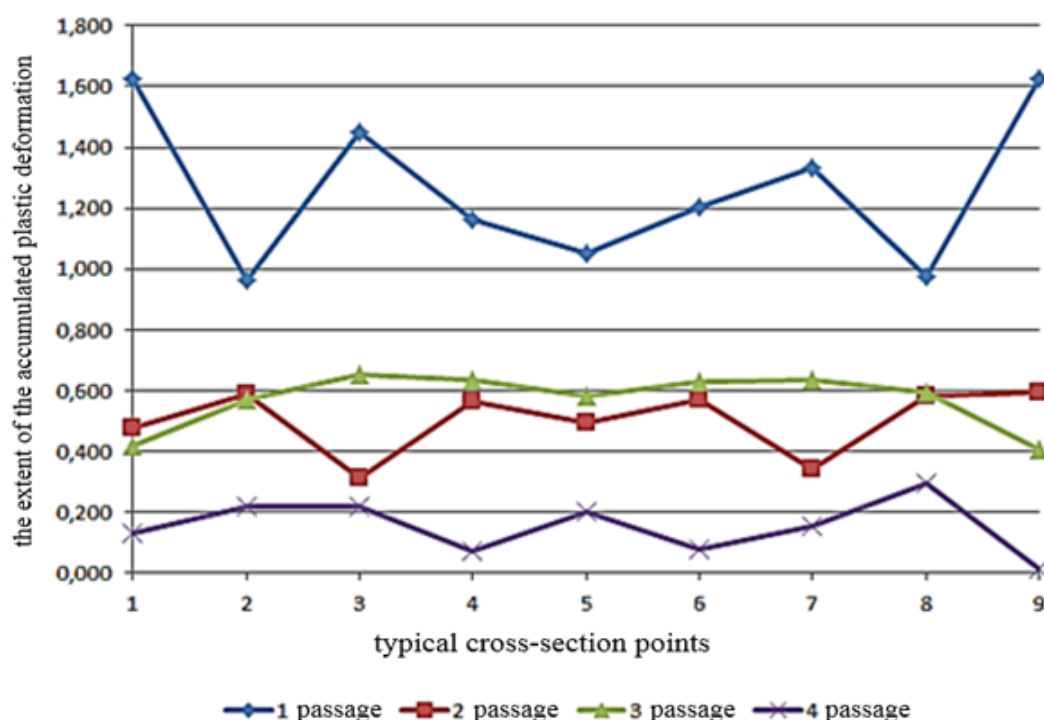


Figure 4. The values of accumulated plastic deformation at typical points of the cross-section for each passage at the exit from caliber

At the third and fourth passages, due to the tilting of the billet, the degree of distribution of the accumulated plastic deformation will be more even due to the more intense processing of the areas, which in the previous passages processed to a lesser extent (figure 4). At the same time, the difference of values of accumulated plastic deformation at typical points reduced to 14%. In General, the average values of the accumulated plastic deformation over the entire cycle is 2.5, which shows a high level of processing of the metal with the implementation of a new method of rolling.

Thus, the implementation of the full cycle of rolling in the new caliber provides an even and intense processing of the metal throughout the entire cross-section, which reflected in higher-quality products by the new method.

**Conclusions:**

1. With the use of the program DEFORM 3D carried out a modeling of rolling process in the new calibers for the full cycle of implementation of a new method.
2. Carried out a detailed analysis of the distribution pattern of indicators of stress-strain state in the cross section and change of their values by passes.



3. The results of the analysis showed that the implementation of the full cycle of rolling in the new caliber provides an even and intense processing of the metal throughout the entire cross section, which reflected in higher-quality products by the new method.

LIST OF REFERENCES

1 Nayzabekov A.B.; Bykhin M.B.; Bykhin B., Nogaev K.A. Sposob goryachey prokatki slitkov i nepryiryivnolityih zagotovok. Patent RK №25272, 5.11.2010 g. // Promyshlennaya sobstvennost. Ofitsialnyiy byulleten. №5. Opubl. 15.05.2013. s. 93-94

2 Nayzabekov A.B, Bykhin M.B, Bykhin B.B., Nogaev K.A. New promising technology of making bar sections. // 20-th International Conference on metallurgy and materials. METAL-2011, Brno, Czech Republic, EU. May 18th-20th, 2011. (20-ya mezhd.-naya konf. Po metallurgii i materialam "Metall", Chehiya) S.188-194.

3 Nayzabekov A.B., Bykhin B.B., Nogaev K.A., Bykhin M.B. O realizatsii intensivnyih plasticheskikh deformatsiy pri prokatke v kalibrah Nauka i mir. Mezhdunarodnyiy nauchnyiy zhurnal, №10 (14), 2014, Tom1.

4 Nayzabekov A.B., Bykhin M.B., Nogaev K.A., Bykhin B.B Sposob realizatsii intensivnoy plasticheskoy deformatsii pri prokatke sortovyih profiley Respublikanskiy nauchnyiy zhurnal «Tehnologiya proizvodstva metallov i vtorichnyih materialov» №2(20) sentyabr, 2011. 122-128s. g.Temirtau.

5 Nayzabekov A.B., Bykhin M.B., Nogaev K.A., Bykhin B.B. Vyibor i obosnovanie shemyi deformatsii, realizuyushey IPD pri goryachey prokatke katanke Tehnologiya proizvodstva metallov i vtorichnyih materialov. – Temirtau: Izd. KGIU, 2012. №2

Б.Б. Быхин, К.А. Ногаев, Д.К. Калмырзаев

**Көлденең ығысуын іске асыратын калибрлі жылжымалы жиынтық пластикалық деформация бағалау**

**Аңдатпа.** Мақала ауыр пластикалық деформация астында көлденең ығысуын іске асыратын жылжымалы калибрлі кезінде жинақталған пластикалық деформация бағалау үшін арналған. Мақала талданады және жаңа әдісін іске асыру толық циклін жаңа калибрлі үшін деформациялануына 3D бағдарламалық құралын пайдаланып тергеу жылжымалы математикалық модельдеу нәтижелері өңделмейді.

**Түйін сөздер:** қарқынды пластикалық деформация, жиналған пластикалық деформация, модельдеу, жаймалау толық цикл, деформациялау.

Б.Б. Быхин, К.А. Ногаев, Д.К. Калмырзаев

**Оценка степени накопленной пластической деформации при прокатке в калибрах, реализующих поперечный сдвиг**

**Аннотация.** Статья посвящена оценке степени накопленной пластической деформации при прокатке в калибрах, реализующих поперечный сдвиг при интенсивной пластической деформаций. В статье проанализированы и обработаны результаты математического моделирования процесса прокатки с помощью программы DEFORM 3D в новых калибрах за полный цикл реализации нового способа.

**Ключевые слова:** интенсивная пластическая деформация, накопленная пластическая деформация, моделирование, полный цикл прокатки, деформирование.

---

---

**Раздел 2**

**Машиностроение.  
Технологические  
машины и транспорт.**

УДК 629.311

З.С. ГЕЛЬМАНОВА, К.А. НОГАЕВ, М.К. ИБАТОВ, Е.А. САЙЛАУБЕКОВ  
(Карагандинский государственный индустриальный университет, г.Темиртау, Казахстан)

**ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА  
В КАЗАХСТАНЕ**

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы создания и применения электромобилей, отмечены их преимущества и недостатки при эксплуатации. Изучены перспективы развития и проблемы внедрения электромобильного транспорта в Казахстане на основе анализа опыта развитых стран. Сделаны выводы о перспективности электромобиля как инновационной технологии, как для рядового потребителя, так и для крупнейших поставщиков и инвесторов. Отмечена необходимость создание сети зарядных станций для широкое распространение электромобильного транспорта.

**Ключевые слова:** Электромобиль, инфраструктура, перспективы, зарядные станции.

Проблемы внутригородской экологии являются одними из самых важных. В связи с ростом количества личного автотранспорта смог над большими городами неизбежно ассоциируется с нынешним временем. Автомобили с двигателями внутреннего сгорания производят много шума, много дыма. Часто наблюдаются "пробки" на дорогах, в этих пробках длительное время простаивают автомобили, отравляя окружающую среду не меньше чем при нормальном режиме езды, но при этом передвигаясь со скоростью пешехода. В автомобильном выхлопе содержится большое количество вредных веществ, но большинство из них влияют на экологию локально – в месте выброса, отравляя самого водителя и окружающих его людей. Также при сжигании топлива выделяется большое количество парниковых газов, которые уже давно грозят нам глобальным потеплением климата. В силу такой, не самой лучшей, ситуации XXI век требует от нас поиска новых решений этого ряда проблем [1].

Одним из путей решения проблемы внутригородского транспорта является внедрение электромобилей. На сегодняшний день их внедрение и активное использование становится все доступнее. Крупные европейские и американские фирмы в погоне за современными тенденциями уже давно взяли ориентир на этот вид транспорта, использование которого с одной стороны требует немалых затрат для государства (в плане переоснащения инфраструктуры), но в то же время приносит значительные выгоды в русле экономичности для водителей и экологичности для государства в целом.

Первые модели электрических авто появились ещё в XX веке, однако в массовое производство их так и не запустили из-за их низкой мощности. Максимальная скорость передвижения таких автомобилей составляла 90 км/ч, а проехать без замены батарей они могли меньше сотни километров. Современные серийно выпускаемые электромобили сравнительно массово начали выходить на рынок в конце 2000-х годов. Более-менее значимая статистика по продажам начинается с 2010 г., когда счет на продаваемые электромобили пошел на десятки тысяч ежегодно [2].

Появившийся в 2009 г. Mitsubishi I-Miev, который стал первым современным автомобилем с электроприводом, способным наравне с обычными автомобилями двигаться по автомагистралям. Mitsubishi I-Miev принадлежит своеобразный рекорд – в феврале 2011 г. он стал первым в истории серийно выпускаемым электромобилем, объем продаж которого превысил 10 тыс. штук. Однако уже в 2011 г. самым продаваемым электромобилем стал Nissan Leaf. Этот классический электромобиль в настоящее время является абсолютным рекордсменом –

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

по состоянию на март 2015 г. суммарный объем продаж данной модели превысил 165 тыс. штук [2].

В ходе исследования, в котором участвовало 13 500 потенциальных покупателей из 17 стран, был выявлен высокий интерес к электромобильной тематике. Большинство респондентов считают себя первопроходцами, которые хотели бы купить электромобиль или рассматривают его в качестве возможного приобретения. Только в США таковых набралось 54% [3].

Но после покупки эйфория улетучивается. В первую очередь из-за цены: почти во всех странах покупатели не хотят переплачивать за электрификацию. Реальная доплата за электромотор под капотом составляет, в среднем, не менее 10 000 долл. В США таковых набралось не более 9% а в России менее 1%. Вторым фактором разочарования стала максимальная дальность пробега на одной зарядке: ее необходимо как минимум удвоить. Большинству клиентов необходимо, чтобы их электромобиль мог пройти не менее 320 км. И третья – время зарядки. В идеале ее продолжительность не должна быть больше, чем у топливных авто. По крайней мере, меньше двух часов. Это будет возможно, если всех владельцев электромобилей снабдить специальными 340-вольтовыми экспресс-зарядчиками, которыми оснащены специализированные заправочные станции. А пока время зарядки от стандартной электросети в зависимости от напряжения может составлять от восьми часов в Европе до двадцати в США.

На фоне возникших проблем прорывом в индустрии электромобилей стала пятидверный электромобиль Tesla Model S производства американской компании Tesla Motors. Это был триумф инжиниринга, выжавшего всё возможное из литий-ионных батарей и точный маркетинговый расчет на покупателя с деньгами и желанием быть на острие технического прогресса. Мало того, что Model S по краш-тестам показал превосходные, невероятные результаты, так автомобиль еще и стал самым быстрым серийным электромобилем в мире, обойдя по тестам американской National Electric Drag-Racing Association практически всех конкурентов. Согласно US Environmental Protection Agency (EPA) заряда литий-ионного аккумулятора ёмкостью 85 кВт·ч хватает на 265 миль (426 км), что позволяет Model S преодолевать наибольшую дистанцию из доступных на рынке электромобилей. Изначально в планах Tesla было начать в 2013 году производство автомобилей с аккумуляторами ёмкостью 60 кВт·ч (335 км) и 40 кВт·ч (260 км), однако из-за малого спроса от модели на 40 кВт·ч решено было отказаться. Базовая модель S использует жидкостное охлаждение двигателя переменного тока, который имеет мощность 362 лошадиные силы. По итогам первого квартала 2013 года в США было продано 4750 экземпляров Tesla Model S. Таким образом, модель стала самым продаваемым люксовым седаном, опередив, в частности, Mercedes-Benz S-класса и BMW 7-й серии [4].

Прорыв произошёл и в отдельных европейских странах. В Норвегии благодаря государственной поддержке электромобилей за первые две недели сентября 2013 Tesla Model S – самый продаваемый автомобиль (322 шт), обошедший Volkswagen Golf (256 шт). Электромобили Tesla Model S и Nissan Leaf заняли в Норвегии за этот период 11 % рынка [5].

Согласно данным Агентства Республики Казахстан по статистике, на 1 мая 2014 года в стране зарегистрировано 134 электромобиля. Однако нет ни одной компании, которая официально поставляет электромобили на территорию РК. Практически все они были ввезены самостоятельно владельцами на их страх и риск [6].

Каждый электромобиль укомплектован блоком питания, который может зарядить батарею авто до полного заряда в течение 8-12 часов, подключившись к бытовой розетке. На полном заряде эти электромобили могут проехать от 100 до 400 км в зависимости от модели авто и емкости установленной батареи.

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

В условиях Казахстана владельцы электромобилей платят около 100 тенге на 100 км пробега. Если учесть минимальную потребность в смазочных материалах у электромобиля, то эксплуатационная стоимость такого транспортного средства становится очень низкой, несмотря на ее высокую стартовую стоимость.

Основная проблема при эксплуатации электромобиля заключается в отношении автолюбителей к запасу хода. Мы привыкли говорить о пробеге автомобиля в «литрах». К электромобилю нельзя относиться так же. В электромобилях установлена литий-ионная батарея, такая же, как в ноутбуках и телефонах, которая не очень «любит» полного разряда и быстрого заряда. При эксплуатации электромобиля желательно заряжать батарею при любом удобном случае и не доводить ее разрядку до низкого уровня. Именно поэтому развитость инфраструктуры зарядных станций крайне важна для владельцев электрокаров. На данный момент в силу отсутствия зарядных станций по Казахстану электромобили заряжаются от домашних бытовых розеток или в местах, где есть физический доступ к электрическим розеткам. Данный нюанс значительно притормаживает более широкое распространение электромобилей на территории Казахстана.

Таким образом, для внутригородского автотранспорта, обеспечивающего перевозки на сравнительно небольшие расстояния с небольшой скоростью, в ближайшее время нет более экологически чистой и недорогой альтернативы электромобилям.

В качестве перспектив обратимся к ярким примерам совершенствования инфраструктуры зарядных станций Европы, Америки и Китая.

Так, в США сеть зарядных станций начала стремительно увеличиваться после запуска правительственной программы субсидирования электрокаров в 2008 году и начале продаж самого популярного электромобиля NissanLeaf в 2010 году. Государственная программа предусматривала налоговый кредит для гибридного электротранспорта менее чем через год после того, как будет продано 250 тыс. таких авто. Эти льготы коснулись и инфраструктуры - компенсация за установку общественной зарядной станции достигает 50%, но не более 25 тыс. долларов. Таким образом США развили одну из крупнейших инфраструктурных сетей для электрокаров в мире – 30 868 станций и скоростных зарядок без учета домашних [7].

Китай в отличие от США развивает инфраструктуру для зарядки электромобилей за бюджетные средства. Так, власти КНР рассчитывают открыть к 2020 году зарядные станции в количестве, достаточном для обслуживания около 5 млн. электромобилей. Регионы получают немалые средства на создание инфраструктуры для зарядки электромобилей.

Китай намерен унифицировать стандарты зарядных станций, расширить зону охвата этих устройств, разместив их также в пригородах, а также стимулировать бензозаправочные станции до установления зарядок для электромобилей. Власти КНР рассчитывают открыть к 2020 году зарядные станции в количестве, достаточном для обслуживания около 5 млн. электромобилей.

В свою очередь Европа использует обе вышеупомянутые модели развития инфраструктуры для электромобилей. С одной стороны Германия ставит цель к 2020 году иметь 1 млн. электромобилей, с другой – Норвегия, которая еще в 90-х начала стимулировать граждан к переходу на чистый вид транспорта – намерена отменить импортную пошлину, НДС и дорожные платежи для электрокаров.

В Эстонии, зарядная инфраструктура которого считается наиболее удачным проектом, сеть скоростных зарядных станций была установлена в рамках госпрограммы. В то же время европейский бизнес активно вносит предложения по развитию инфраструктуры – к примеру, голландская компания Fastned построила полсотни прогрессивных и доступных в плане сервиса скоростных зарядных комплексов на родине и теперь нацелена на всю Европу.

Если говорить о сервисе и доступе к зарядным станциям, то можно привести пример Норвегии. В Осло, например, парковка и зарядка бесплатные для резидентов этого города. Скоростные зарядки у них платные, а муниципальные – бесплатные, но при этом они заря-

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

жают дольше. А официальные дилеры электромобилей, такие как Nissan, разрешают заряжать авто на своих станциях бесплатно.

Таким образом, имеются достаточные перспективы в развитии данной отрасли в Казахстане. Сегодня инфраструктура электромобилей является одним из самых притягательных объектов для инвестиций, несмотря на то, что у нас электромобилей пока всего несколько сотен, спустя 5-10 лет, когда активизируется вторичный рынок электромобилей из Европы инфраструктура зарядных станций может стать золотой жилой для находчивых предпринимателей.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

- 1 Можарова В. В. Транспорт в Казахстане: современная ситуация, проблемы и перспективы развития. - Алматы: КИСИ при Президенте РК, 2011. - 216 с.
- 2 Тиматков В.В. Электротранспорт как часть электрического мира. Факты и прогнозы/под. ред. В.В. Бушуева - М.: ИД «Энергия», 2015. – 48 с.
- 3 Семёнов В.Г. Концепция использования электромобилей в крупных городах [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://www.green-home.name/articles/Kontsyepciya\\_ispolzovaniya\\_elyektromobilyej\\_v\\_krupnyh\\_gorodah](http://www.green-home.name/articles/Kontsyepciya_ispolzovaniya_elyektromobilyej_v_krupnyh_gorodah)
- 4 Tesla Model S [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Tesla\\_Model\\_S](https://ru.wikipedia.org/wiki/Tesla_Model_S)
- 5 Tesla Model S [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://luckyea77.livejournal.com/944723.html>
- 6 Агентство Республики Казахстан по статистике - транспорт [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [stat.kz/digital/tran/Pages/default.aspx](http://stat.kz/digital/tran/Pages/default.aspx)
- 7 Развитие инфраструктуры для электромобилей: мировой опыт [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.sea.com.ua/news/view3372.html>

З.С. Гельманова, К.А. Ногаев, М.К. Ибатов, Е.А. Сайлаубеков

### **Электромобиль көлігін Қазақстанда қолдану перспективалары және проблемалары**

**Андатпа.** Мақалада электромобильдерді жасау және қолдану сұрақтары қарастырылған, оларды пайдаланудың артықшылықтары және кемшіліктері атап өтілген. Дамыған елдер тәжірибесін талдау негізінде Қазақстанда электромобиль көлігін еңгізу проблемалары және даму перспективалары зерттелген. Қатардағы тұтынушы үшін де, ірі жеткізушілер мен инвесторлар үшін де электромобильдердің инновациялық технология ретінде болашағы зор екендігі туралы қортынды жасалған. Электромобильдердің кең таралуы үшін зарядттау стансалар желісін құру қажеттілігі атап көрсетілген.

**Түйін сөздер:** Электромобиль, инфраструктура, перспективалар, зарядтау стансалары.

Z.S. Gelmanova, K.A. Nogaev, M.K. Ibatov, E.A. Saylaubekov

### **Perspectives and problems applications of electromobile transport in Kazakhstan**

**Abstract.** In the article the questions of creation and use of electric vehicles, noting their advantages and disadvantages in operation. Studied the prospects of development and introduction of electric transport in Kazakhstan based on the analysis of the experience of developed countries. Conclusions about prospects of the electric vehicle as an innovative technology for the average consumer and the largest suppliers and investors. The necessity of the establishment of a network of charging stations for widespread electric transportation.

**Key words:** Electric vehicle, infrastructure, prospects, charging station.

УДК 629.311

З.С. ГЕЛЬМАНОВА, К.А. НОГАЕВ, М.К. ИБАТОВ

(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)

### ТЕКУЩЕЕ ПОЛОЖЕНИЕ НА РЫНКЕ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ КАЗАХСТАНА

**Аннотация:** В статье обозначено текущее положение «электромобильного» рынка Казахстана, определены основные направления развития данного рынка, а также описаны нынешние достижения. Кроме того выделены основные направления государственной транспортной политики с акцентом на необходимость распространение в РК нового вида транспорта – электромобиль. Определены основные задачи, которые необходимо решить для активного продвижения электромобилей в нашей стране. Отмечена необходимость развития инфраструктуры, в частности создание сети зарядных станций, как важного фактора, влияющего на широкое распространение электромобильного транспорта.

**Ключевые слова:** Электромобили, зарядная станция, проблемы эксплуатации, инфраструктура, развитие рынка

Динамика развития рынка электромобилей сегодня поражает воображение. Еще недавно к продукции TeslaMotors относились с опаской, однако снятое компанией ограничение на патенты и реакция таких автоконцернов как BMW и Nissan в виде возможного сотрудничества делают первые наброски инновационной революции в автопроме. Казахстан в этом плане не стоит в стороне, и ключевыми драйверами прогресса здесь являются инфраструктура и господдержка.

Электромобили к настоящему времени даже несмотря на их значительное усовершенствование, которое существенно увеличило их пробег и сократило расход части энергии на их охлаждение, так и не достигли характеристик, позволяющих им на равных конкурировать с автомобилями по запасу хода и стоимости [1].

Наверное, на фоне этой, а также многих других проблем данные Агентства РК по статистике таковы, что на 1 мая 2014 года в стране зарегистрировано только 134 электромобиль, а на начало 2016 года их количество составляет не более 300. Однако в Казахстане, по-прежнему, нет ни одной компании, которая официально поставляет электромобили на территорию республики. Практически все электромобили были ввезены самостоятельно владельцами на их страх и риск [2].

Предположительно все владельцы данных электромобилей заряжают свой транспорт от бытовых розеток у себя дома и в местах, где есть физический доступ к электрическим розеткам, поскольку инфраструктура даже таких крупных городов Казахстана как Алматы и Астана, как и раньше не предполагает езды и зарядки электромобилей. Каждый электромобиль укомплектован блоком питания, который может зарядить батарею авто до полного заряда в течение 8-12 часов, подключившись к бытовой розетке. На полном заряде эти электромобили могут проехать от 100 до 400 км в зависимости от модели авто и емкости установленной батареи [3].

По имеющимся подсчетам, в условиях Казахстана владельцы электромобилей платят около 100 тенге на 100 км пробега. Если учесть, что электромобиль не нуждается в смазочных материалах, то эксплуатационная стоимость такого транспортного средства становится очень низкой, несмотря на ее высокую стартовую стоимость.

Основная проблема при эксплуатации электромобиль заключается в отношении автолюбителей к запасу хода. При работе с «бензиновыми» автомобилями мы привыкли говорить о пробеге автомобиля в «литрах». К электромобилю нельзя относиться так же. В электромоби-

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

лях установлена литий-ионная батарея, такая же, как в ноутбуках и телефонах, которая не очень «любит» полного разряда и быстрого заряда. При эксплуатации электромобиля желательно заряжать батарею при любом удобном случае и не доводить ее разрядку до низкого уровня. Именно поэтому развитость инфраструктуры зарядных станций крайне важна для владельцев электрокаров.

Обращаясь к положению казахстанских электромобилей, стоит отметить, что электроавтомобили – это экономично, модно и престижно, но не у нас. Виной тому, выступают большие расстояния, отсутствие инфраструктуры и казахстанская ментальность.

Исследованием интеграционных возможностей электромобилей в Казахстане занимаются уже с 2012 года. Изучив существующие технологии зарядных станций в мире, была разработана модель зарядной станции, имеющая свои особенности.

Казахстанская зарядная станция в несколько раз дешевле зарубежных аналогов, так как система управления была разработана нашими соотечественниками. Сейчас на стадии подготовки находится проект сети зарядных станций, которые будут управляться с одного места. Для этого проекта планируется оснастить одну из городских автостоянок зарядными станциями, на которых будут проводиться экспериментальные работы по управлению зарядной инфраструктурой. Если будет возможность, планируется установить зарядные станции в Алматы.

Конечной целью является создание сети зарядных станций в Казахстане с централизованной системой управления. Также планируется разрабатывать свои технологии бесконтактной зарядки электромобилей и технологию автоматизированной замены батарей электромобилей. Все эти технологии известны в мире и имеют разную степень успешности применения в разных странах. Однако мы придерживаемся позиции того, что в Казахстане должны быть все передовые технологии в области электромобильного транспорта.

Сейчас готовится вариант зарядной станции, который сможет заряжать батарею электромобиля за 30 минут. Эта зарядная станция 3-го уровня и она позволит в значительной степени улучшить проблему длительного времени зарядки электромобиля.

Таким образом, создание сети зарядных станций в условиях города с централизованной системой управления является основной задачей, которую необходимо решить для активного продвижения электромобилей в нашей стране.

В рекламных буклетах, характеризующих преимущества этого вида техники, особо отмечено несколько параметров: экономичность, долговечность и, самое главное, экологичность, предусматривающая отсутствие выбросов CO<sub>2</sub>, тихий ход и возможность зарядки солнечных батарей.

В своем Послании народу Казахстана от 17 января 2014 года Глава государства Нурсултан Назарбаев обратил внимание на необходимость создания условий для перевода общественного транспорта на экологически чистые виды топлива, внедрение электромобилей и создание для них соответствующей инфраструктуры. С тех пор прошло уже больше двух лет, но ситуация никак не изменилась [4].

Между тем, по сообщениям Министерства по инвестициям и развитию РК, предполагалось, что до конца 2014 года с конвейера Усть-Каменогорского автосборочного завода сойдут пилотные электромобили современных моделей с запасом хода на 200 км. «Что особенно важно, электромобили, запланированные к производству на мощностях «Азия Авто», можно будет заряжать от бытовых источников электроэнергии.

Таким образом, их эксплуатация в условиях Казахстана станет возможной уже сегодня, до формирования развитой инфраструктуры».

Также предполагалось, что «электрификация» автотранспорта начнется с Астаны, а в преддверии ЕХРО-2017 в сети «КазМунайГаза» появится не менее восьми заправок станций, которые позволят обслуживать столичный транспорт на электрической тяге.

Очевидно, что для создания соответствующей инфраструктуры необходимо более длительное время и тщательно проработанный план. Хотя не исключено, что задача по подго-



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

товке к EXPO-2017 всей инфраструктуры и по началу производства электромобилей реализуемая.

Отчасти обещание запустить электроавтомобилей в Казахстане было выполнено. В октябре 2014 года в Алматы появился первый электромобиль заводской сборки BYD e6 из Китая. Вначале возникла идея представить это чудо техники на EXPO-2017 в Астане. Но затем было принято решение, что текущая ситуация с нехваткой топлива на рынке Казахстана как нельзя лучше подойдет для удачной презентации. Этот пятиместный кроссовер китайского производства работает полностью от электроэнергии и предназначен по большей части для городских условий. От бытовой электросети подзарядить автомобиль можно за шесть часов, полученных 35 кВт·ч хватит, чтобы проехать 300 километров, уверяют его производители. Максимальная скорость авто – 140 километров в час. Стоит BYD e6 в Казахстане 86 тысяч долларов. Цену дилеры объясняют расходами на таможенные сборы, говорят, в Китае электромобиль обходится вдвое дешевле.

Минимальный срок литиевого аккумулятора – 10 лет, гелевого – 6-7 лет. Электромобиль не требует никакого техобслуживания, кроме заряда АКБ от обычной бытовой сети 220V. Стоимость полного заряда – около 270 тенге и при этом запас хода до 150 км. Но, несмотря на все преимущества, электромобили в Казахстане непопулярны. Однако в наших условиях необходимо предусмотреть не просто реализацию электроавтомобилей, но и создание соответствующей инфраструктуры. В частности, на инфраструктуру для экологического транспорта в крупных городах, таких как Алматы и Астана, необходимо до 3 млн долларов. Тут все упирается в отсутствие финансов и интереса [5].

По словам главы Независимого автомобильного союза Казахстана Эдуарда Эдокова, казахстанцы пока не готовы пересесть на электромобили. Причем вопрос, по мнению эксперта, не только в отсутствии соответствующей инфраструктуры, но и в том, насколько вообще Казахстану, богатому на традиционные энергоисточники, выгодно переходить на альтернативные виды транспорта. Не получится ли так, что в погоне за экологическими проектами, в итоге сжигая тонны мазута и угля для получения электричества для автомобилей, мы нанесем еще больший вред окружающей среде? Точных расчетов, которые поставили бы в этом вопросе точку, по словам Эдокова, пока нет.

Резкий скачок в развитии электромобилей произошел в начале XXI века, это связано с новыми технологиями в области литий-ионных батарей. Сейчас в производстве электромобилей хорошо преуспели Япония и США. В продаже можно найти неплохие электромобили от Tesla, Nissan и Mitsubishi.

Однако в нашей стране эти электромобили не так просто приобрести. Дело в том, что когда компании расширяют дистрибьюторскую сеть, они подготавливают сервисные центры для своего продукта. Для электромобилей недостаточно открытия только сервисного центра, необходимо создание сети зарядных станций. В США, Японии и странах Евросоюза довольно неплохо идет развитие сети зарядных станций. В Москве также существует своя сеть зарядных станций. В Казахстане пока нет функционирующей сети зарядных станций для электромобилей, и дилеры отказываются поставлять электромобили.

Переход на электромобили будет происходить плавно, все будет зависеть от поддержки государства. В начале 2014 года в нашей стране обнулили таможенные пошлины на ввоз электромобилей, но это не дало скачка для массовой покупки, так как потенциальным владельцам негде их заряжать. Если сейчас будет развита сеть зарядных станций и будет выгодно приобретать электромобили, то появится возможность получить неплохие показатели по переходу населения на транспортные средства с нулевым выбросом. Поэтому сегодня в Казахстане наиболее важным сдерживающим фактором является отсутствие инфраструктуры для электромобилей.

Что касается развития рынка электромобилей в мире, то эксперты прогнозируют к 2015 году увеличение роста продаж в 7 раз. Роль Казахстана в этом рынке будет определяться в

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

основном развитием инфраструктуры и государственных программ, поддерживающих эксплуатацию электромобилей.

По данным интернет-портала Euroavto, альтернативный вид транспорта очень популярен в Европе, там массово создаются сети заправочных станций для электромобилей, принимаются соответствующие законы, которые стимулируют потребителей к покупке электрокаров. К примеру, в Германии партия «зеленых» предлагает выделять по 5 тысяч евро в виде субсидий каждому, кто захочет приобрести электромобиль. А для покупателей гибридного авто хотят предусмотреть дотацию в размере 2 тыс. евро. Правительство Франции тоже решило всерьез заняться вопросом распространения и популяризации электромобилей в стране. По словам министра экологии Сеголен Руаяль, для покупателей электроавтомобилей предусмотрен superbонус в 10 тыс. евро. Ранее компенсация составляла до 27 процентов от стоимости электромобиля и в среднем не превышала 6300 евро [6-7].

Не остаются в стороне и автопромышленные гиганты. К примеру, компания BMW Group разработала инновационные уличные столбы, от которых можно будет заряжать электромобили. Данная технология получила название LightandCharge и, по замыслу компании, позволит увеличить распространение зарядных станций для электромобилей, а также снизить затраты на их внедрение.

Возвращаясь к Посланию Президента РК от 2014 г. стоит отметить, что Рассмотрение развития отдельных видов транспорта через комплексное развитие транспортной системы и поставленных перед ней целей и задач позволяет выделить следующие основные направления государственной транспортной политики: Совершенствование системы государственного регулирования деятельности транспорта; формирование и развитие транспортной инфраструктуры; развитие рынка транспортных услуг; региональное развитие транспортной системы; повышение безопасности транспортных процессов; повышение эффективности использования транзитного потенциала Казахстана; инновационное развитие в сфере транспорта; повышение научного и кадрового потенциала в сфере транспорта.

Таким образом, ситуация на электромобильном рынке в Казахстане такова, что автодилеры не занимаются поставкой электромобилей, так как отсутствует инфраструктура для подобного транспорта. Также они не торопятся вкладывать средства в развитие инфраструктуры для электромобилей. В свою очередь развитие сети зарядных станций для электромобилей имеет инвестиционную привлекательность.

Сначала нужно вложить средства для изготовления и установки зарядных станций, которые в первое время не будут приносить прибыль. Однако после увеличения количества электромобилей эти инвестиции будут возвращены с прибылью. Такая ситуация очень схожа с развитием сети сотовой связи в начале 2000-х в нашей стране. Увеличение количества сотовых телефонов было тесно связано с установкой антенн для расширения зоны охвата сотовой связи, и те компании, которые вкладывали в развитие сети сотовой связи, сегодня являются ведущими операторами [5].

Объем рынка электромобилей тесно связан со скоростью развития инфраструктуры, поэтому тут сложно давать какие-либо прогнозы. Однако для вполне очевидно, что количество электромобилей будет только расти, так как альтернативы для электрических приводов пока нет. Будут лишь меняться типы батарей, а также будет увеличиваться дальность пробега на одной зарядке.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1 Тиматков В.В. Электротранспорт как часть электрического мира. Факты и прогнозы/под. ред. В.В. Бушуева - М.: ИД «Энергия», 2015. – 48 с.

2 Агентство Республики Казахстан по статистике - транспорт [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [stat.kz/digital/tran/Pages/default.aspx](http://stat.kz/digital/tran/Pages/default.aspx)

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

3 Бекмагамбетов М.М. Автомобильный транспорт Казахстана: этапы становления и развития. - Алматы: ТОО «Print-S», - 456 с.

4 Послание Президента Республики Казахстан Н. Назарбаева народу Казахстана «Стратегия «Казахстан-2050»» - Астана. - 2012. - 14 декабря

5 Программа по развитию транспортной инфраструктуры в Республике Казахстан на 2010-2014 годы (утверждена Постановлением Правительства РК от 30 сентября 2010 года №1006) [Электронный ресурс].

6 Германия планирует субсидировать рынок электромобилей. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.dw-world.de/dw/article/0,,4554183,00.html>

7 Торебаева М. Электроавтомобили пока не прижились в Казахстане [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://liter.kz/ru/articles/show/6973-elektroavtomobili\\_poka\\_ne\\_prizhilis\\_v\\_kazahstane](http://liter.kz/ru/articles/show/6973-elektroavtomobili_poka_ne_prizhilis_v_kazahstane)

З.С. Гельманова, К.А. Ногаев, М.К. Ибатов

### **Қазақстандағы электромобильдер рыногының ағымдағы жағдайы**

**Андатпа.** Мақалада Қазақстандағы электромобильдер рыногының ағымдағы жағдайы нақтыланған, осы рыноктың негізгі даму бағыттары анықталған, сонымен қатар қазіргі жағдайдағы жетістіктер сипатталған. ҚР-да көліктің жаңа түрі – электромобильдердің таралуына көңіл бөлінуін ескеретін мемлекеттік көлік саясатының негізгі бағыттары қарастырылған. Электромобильдерді біздің елде белсенді қолдану мәселесін шешу үшін негізгі міндеттер анықталған. Электромобильдердің кең таралуына ықпал ететін негізгі фактор ретінде инфраструктураны дамыту, атап айтқанда зарядтау стансалар желісін құру, қажеттілігі көрсетілген.

**Түйін сөздер:** Электромобильдер, зарядтау стансалары, пайдалану проблемалары, инфраструктура, рынок дамуы.

Z.S. Gelmanova, K.A. Nogaev, M.K. Ibatov

### **The current position on the electric car market of Kazakhstan**

**Abstract:** The article outlines the current position "electric mobility" market of Kazakhstan, the main directions of development of this market and describes the current achievements. Also highlighted the main directions of state transport policy with an emphasis on the need for the dissemination in Kazakhstan of a new type of transportation – electric vehicle. Identified the main tasks to be solved for the active promotion of electric vehicles in our country. The necessity of infrastructure development, in particular the establishment of a network of charging stations as an important factor affecting the wide spread of electric vehicles.

**Keywords:** Electric vehicles, charging station, operational issues, infrastructure, market development

---

---

**Раздел 3**

**Строительство**

УДК 69.056.33

**Е.В. СПИЧАК, П.И. ДУБАСОВ**

(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)

**ВОЗМОЖНОСТЬ ПОСТРОЕНИЯ ВЫСТАВОЧНОГО ЗАЛА ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ  
В УСЛОВИЯХ Г. ПАВЛОДАР**

**Аннотация.** В данной статье приведены актуальность проблемы парковки автомобилей, обоснование проектирования и строительства выставочного зала легковых автомобилей в условиях города Павлодар. Описаны основные моменты комплексного проектирования торговых центров, актуальность проблемы парковки легковых автомобилей в крупных городах. Описано будущее место расположения, а также приведён перечень помещений проектируемого салона и зонирование территории на каждом этаже торгового центра с выделением мест для отдыха.

**Ключевые слова:** проектирование, торговый комплекс, маркетинговые исследования, выставочный павильон, легковой автомобиль, парковка, транспорт, г. Павлодар

Проектирование и строительство торговых комплексов, деловых объектов и складских помещений, а также проектирование многофункциональных комплексов требует высокой квалификации специалистов различного профиля.

Комплексный подход к созданию эффективных многофункциональных объектов предполагает подготовку бизнес-плана, включающего разработку концепции торгового комплекса с учетом его местоположения и индивидуальных особенностей, расчеты эффективности вариантов концепции, выбор оптимального решения, удовлетворяющего требованиям по эффективности инвестиций [1].

Маркетинговые исследования - первый важный шаг к выбору местоположения и разработке правильной концепции для выставочного павильона легковых автомобилей, а также основания для плана успешного стратегического развития.

Проектирование торговых комплексов, каковым и является выставочный павильон легковых автомобилей, предполагает, в том числе и планирование покупательских потоков, и создание наиболее комфортных эмоциональных условий для совершения покупок. Корректное проектирование комплекса призвано обеспечить максимальный комфорт для покупателей и удобные условия работы для арендаторов.

Комплексное проектирование торговых центров включает расчет и рекомендации в отношении материалов и технологий, которые обеспечат полноценную реализацию задуманной концепции объекта [2]. Поэтому специалисты высокого класса всегда изучают передовые технологии, дабы обеспечить оптимальное соответствие между ценой, качеством и концепцией будущего торгового комплекса.

Насколько прибыльным будет торговый центр, практически полностью определяется решениями, принятыми на этапе проектирования. Проектирование здания составляет лишь определенный процент от стоимости строительства, но оказывает весомое значение на последующие затраты по содержанию объекта после его открытия. Продуманный подход и качественное проектирование торговых комплексов способствуют весомой ежегодной экономии при обслуживании центра.

Эффективность объекта определяется еще на этапе проектирования комплекса, поэтому это важнейший этап при создании успешного инвестиционного проекта в сфере недвижимости.

Развитие городов нашей страны, осуществляемое в условиях ускоренного научно-технического прогресса, связано с решением ряда новых, сложных и многоплановых про-

### Раздел 3. «Строительство»

блем. Одной из них, привлекающей внимание не только специалистов, но и самых широких слоев общественности оказывающей возрастающее влияние на решение многих функциональных зон, проектов детальной планировки, застройки и облика современного города, является проблема массовой автомобилизации [3]. В последнее время в нашей стране весьма быстрыми темпами развивается парк легковых автомобилей, в том числе и частных автомобилей.

Актуальность проблемы парковки автомобилей в крупных городах в том числе и в Павлодаре не вызывает сомнений. Накоплен определенный опыт по их проектированию и возведению.

Оптимальная эксплуатация легковых автомобилей зависит не только от организации их движения и технического обслуживания, но и от условий постоянного (круглосуточного) и временного (возле отдельных объектов) хранения. В градостроительном плане проблема хранения автомобилей - одна из наименее изученных [4].

Следует учитывать растущую потребность в местах для стоянки автомобилей в жилых районах, в деловых и торговых центрах городов. В районах плотной застройки целесообразно предусматривать в торговых центрах подземной парковки, чтобы получить достаточное число мест для стоянки автомобилей, без нанесения ущерба жилью. Это же требование действительно при проведении мероприятий по реконструкции городов. Кроме того, необходимо обеспечить беспрепятственную связь неподвижного транспорта с уличной сетью.

Недостаток мест хранения ведет к трудностям движения транспорта по улицам. Задержки и заторы движущегося транспорта ведут к перебоям в деловой жизни. Поэтому строительство подземных гаражей в торговых центрах, имеет большое значение для развития всего города.

Салон по выставке и продаже автомобилей планируется расположить на центральной площади г. Павлодар, где в свободное время гуляют горожане. Со всех сторон территория ограничена существующей сеткой улиц – ул. Абая, ул. Достоевского и пр. Аль - Фараби. На прилегающей площади проходят различные городские праздники и мероприятия.

Расположение выставочного салона легковых автомобилей в центральном районе г. Павлодар вполне оправдано. Салон с подсобными помещениями, кафе-баром на 1-ом этаже, а также с административными помещениями, станет хорошим архитектурным акцентом в застройке центрального района.

Планируется обеспечить подъезд к центру любым видом транспорта: машина, городской транспорт. В близости от выбранного места расположены следующие объекты: автомобильная мойка, ремонтная мастерская, 9-ти этажные жилые дома с наземной стоянкой, кафе, супермаркет, гостиница для приезжих и т.д.

Применение в наружной отделке здания новых строительных материалов, применение остекления из тонированных стёкол и керамической черепицы создает неповторимый архитектурный облик [5].

Хорошее расположение здания, отсутствие рядом объектов, которые могут оказывать негативное влияние на его имидж, является главным в месторасположении здания [6].

Салон по выставке и продаже легковых автомобилей в городе Павлодар будет предназначен для обслуживания населения, и обеспечивает потребности населения в ремонте и покупке автомобилей, охраняемой стоянке.

Салон будет расположен на двух этажах комплекса, построенного по примеру больших автосалонов.

Салон будет включать следующие помещения: 1 этаж (отметка 0.000) - выставочный зал, венткамера, кафе-бар, помещения обслуживающего персонала, хозяйственные помещения, уборная для обслуживающего персонала, холл, гардероб, тамбур, помещение охраны, интернет-кафе, магазин игровых автоматов, общественная уборная; 2 этаж (отметка +3,900) - помещение заключения договоров и оплаты, бухгалтерия, конференц-зал, кафе-бар дирек-

### Раздел 3. «Строительство»

ции, 10 торговых помещений, венткамера, общественная уборная, приемная, директор, плановый отдел, экспозиционный зал. Степень огнестойкости – вторая.

Планируется зонирование территории на каждом этаже с выделением мест для отдыха-скемейки, питьевые фонтанчики и т.д.

Салон по выставке и продаже автомобилей удовлетворит потребность общества в приобретении продуктов и товаров народного потребления с созданием оптимальных условий для осуществления бизнеса своим клиентам при условии обеспечения роста прибыли собственникам салона.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Проектирование и строительство торговых центров и комплексов [Электронный ресурс] / СтройГрупп. – Электрон, дан. – Режим доступа: <http://stroy-grup.ru>, свободный.
- 2 Проектирование торговых центров и торгово-развлекательных комплексов [Электронный ресурс] / Архитектурное строительное проектирование и экспертиза, инфракрасное отопление. - Электрон, дан. – Режим доступа: <http://www.rossiarc.ru>, свободный.
- 3 Пак О.К. Ревитализация жилой среды массовой застройки // Вестник КГИУ. – Темиртау, 2016. - №1 (12). – С. 57-61.
- 4 Станция технического обслуживания легковых автомобилей [Электронный ресурс] / [refleader.ru](http://refleader.ru). - Электрон, дан. – Режим доступа: <http://refleader.ru>, свободный.
- 5 Типовые железобетонные конструкции зданий и сооружений для промышленного строительства. Справочник проектировщика. Под общ.ред. Г.И.Бердичевского. – М.: Стройиздат, 1981. – 489 с.
- 6 Туполев М.С. Конструкции гражданских зданий. – М.: Архитектура-С, 2007. – 242 с.

Е.В. Спичак, П.И. Дубасов

#### **Павлодар қаласының жағдайларында жеңіл автомобильдердің көрме залын құру мүмкіндігі**

**Аңдатпа.** Берілген мақалада Павлодар қаласының жағдайларында жеңіл автомобильдердің көрме залының жобалауының негізі және құрылысы, автомобильдерді көлік тұрағына қою мәселесінің өзектілігі келтірілген. Сауда орталықтарын кешенді жобалаудың негізгі белгілері, ірі қалалардағы жеңіл көліктерді орналастыру мәселелері сипатталған. Жобаланған салонның болашақ орналасу жері қарастырылған, оның бөлмелерінің тізімі және сауда орталығының әр қабатындағы аумақтарды демалыс орындарын қарастыра отырып бөлу келтірілген.

**Түйін сөздер:** жобалау, сауда кешені, маркетингтік зерттеулер, көрме залы, жеңіл автомобиль (жеңіл көлік), автотұрақ, көлік, Павлодар қ.

Y.V. Spichak, P.I. Dubasov

#### **Possibility of construction of show-room of passenger cars in the conditions of city Pavlodar**

**Abstract.** To this article actuality of problem of parking of cars, ground of planning and building of show-room of passenger cars, is driven in the conditions of city Pavlodar. The basic moments of the complex planning of shopping centers, actuality of problem of parking of passenger cars are described in metropolises. The future place of location is described, and also a list over of apartments of the designed salon is brought and zoning of territory on every floor of shopping center with the selection of places for rest.

**Key words:** planning, trade complex, marketing researches, exhibition pavilion, passenger car, parking, transport, city Pavlodar.

УДК 624.154

А.В. ФИЛАТОВ, О.Н. ЛЕЛИКОВА, О.Н. ОНИЩЕНКО, Г.А. ТУЛЕУТАЕВА,  
Д.Р. БАЙТУЛЕНГУТОВА

(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)

**ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ФУНДАМЕНТОВ ТИПА КОРОТКИХ СВАЙ  
НА ГОРИЗОНТАЛЬНУЮ НАГРУЗКУ**

**Аннотация.** Для обоснованного метода расчета необходимо исследовать картину взаимодействия фундамента с грунтом, знать распределение напряжений по контактным поверхностям фундамента при действии горизонтальной нагрузки, а также характер деформаций основания вплоть до его разрушения.

Теоретическое решение вопроса представляет большие трудности ввиду сложности явлений, сопровождающих работу грунта. Поэтому в настоящей работе избран экспериментально – теоретический путь, заключающийся в проведении таких экспериментов, которыми можно было бы подтвердить основные теоретические положения.

**Ключевые слова:** свая, фундамент, грунт, горизонтальное перемещение, деформация, подрабатываемая территория, свайный фундамент.

Как показывает мировой опыт строительства, большинство аварий построенных зданий и сооружений связано с ошибочным проектированием при возведении фундаментов и устройств оснований. В период эксплуатации данных объектов грунтами основания накапливаются достаточные деформации. В среднем стоимость фундаментов составляет 12% от стоимости строительства, а в сложных инженерно геологических условиях может достигать 20-30 % и более. Поэтому, при проектировании необходимо уметь принимать абсолютно обоснованные и экономически выгодные конструктивные решения фундаментов.

За последние годы многие научные работники в контакте со специалистами проектных и строительных организаций провели большой объем экспериментальных и теоретических исследований в применении свай в различных грунтовых условиях, и разработали новые методы расчета и проектирования свайных фундаментов.

Однако во многих случаях проекты свайных фундаментов выполняются с большим запасом, часто недоиспользуется несущая способность свай, а замеренная осадка, как правило, значительно меньше допускаемой нагрузки для зданий и сооружений. Что обусловлено существованием неиспользованных резервов в несущей способности свайных фундаментов, которые снижают экономическую эффективность их применения, и актуальность дальнейших экспериментальных и теоретических исследований в области современного фундаментостроения [1].

В строительстве все чаще получают распространение фундаменты типа коротких свай. Особенно эффективно их применение при возведении легких зданий и сооружений: опоры контактной сети и линий электропередач, фундаменты под опоры трубопроводов и эстакад, свайные анкера фундаментов малоэтажных зданий и сооружений и т.д. Намеченная программа разработки высокоэффективных средств устройства свайных фундаментов также создает предпосылки для еще более широкого их применения.

Расчет фундаментов на горизонтальную нагрузку изложенных в трудах многих ученых бывшего союза (Д.В. Ангельский [2], Н.И. Безухов [3], В.Г. Березанцев [4], Г.И. Глушков [6], В.Н. Голубков [7], Н.В. Лалетин [8], Л.В. Мазуренко [9], В.С. Миронов [10], И.Ф. Разоренов [11], Н.К. Снитко [12], А.С. Строганов [13], В.Б. Шахирев [14] и др.), и зарубежных исследо-



### Раздел 3. «Строительство»

вателей (BrinchHansen [15], Karthigeyan, S. [16], ReeseL. C. [17] и др.) приводит к различным результатам, которые отличаются друг от друга и часто не совпадают с экспериментальными данными.

В основу одних существующих методов расчета на горизонтально нагруженных защемленных в грунте фундаментах по перемещению положена теория местных упругих деформаций, других – теория упругого линейно-деформируемого полупространства, а в основу определения несущей способности фундамента положены представления о признаках выпирания по Кулону, которые с некоторыми поправками переносятся из условий плоской задачи в пространственную. Несмотря на значительные упрощения, положенные в основу расчета, окончательные формулы сложны и, главное, не позволяют определять перемещения, без которых нельзя рассмотреть второе предельное состояние, имеющее в большинстве случаев главенствующее значение. Кроме того, расчетные схемы, в которых предполагается наличие больших призм выпора по теории Кулона, не подтверждаются экспериментальными исследованиями Г.К. Гольста, Н.В. Лалетина, А.С. Строганова и др.

Основным материалом для построения и проверки теорий расчета горизонтально нагруженных фундаментов является опытное распределение реактивных давлений грунта по контактным поверхностям фундамента, что отражает лишь качественную сторону взаимодействия свай с грунтом, т.к. применяемые в исследованиях «точечные» датчики в силу влияния неоднородности контакта с грунтом, сводообразования грунта над датчиками дают большие погрешности в измерениях давления [5].

Все существующие методы расчета заземленных в грунте фундаментов типа свай на горизонтальную нагрузку можно разделить на две группы. К первой группе относятся все расчеты фундаментов на устойчивость (по первому предельному состоянию), в основу которых взяты различные схемы разрушения основания. Ко второй группе методов относятся расчеты фундаментов по перемещениям (по второму предельному состоянию), которые по существу основаны на различных моделях грунтового основания.

Большинство существующих методов расчета фундаментов по первому предельному состоянию базируется на теории Кулона. Предполагается, что горизонтальная сила поворачивает фундамент вокруг некоторого центра, расположенного на глубине  $2/3h$ , где  $h$  – глубина заземления, а в предельном состоянии образуется кривизна выпирания грунта высотой  $h$ .

Распределение реактивного давления грунта по контактной поверхности принимают по закону треугольника или параболы. В том и другом случае ставится условие, чтобы заданная эпюра реактивных давлений грунта не выходила за линию предельного сопротивления грунта, которая следует из теории Кулона. При этом относительно величины сопротивления грунта, возникающего в результате поворота свай, существует два мнения. Одни авторы (И.П. Прокофьев, Г. Край, Э. Ломейер, И.В. Урбан и др.) считают необходимым определять сопротивление грунта по граням фундамента с учетом активного и пассивного давления грунта.

$$P_n = \gamma \cdot Z \left[ \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) - \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \right] \quad (1)$$

где  $P_n$  – реактивное давление грунта на фундамент;

$\gamma$  – объемный вес грунта;

$Z$  – глубина;

$\varphi$  – угол внутреннего трения грунта.

Другие авторы (Н.В. Лалетин, В.Г. Березенцев, А.В. Паталеев и др.) не учитывают активное давление грунта на фундамент, а вводят в расчет только пассивное давление грунта:

### Раздел 3. «Строительство»

$$P_n = \gamma \cdot Z \left[ \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) \right] \quad (2)$$

Напряжения в уровне подошвы фундамента не должны принимать напряжений, вычисленных по формулам (1) или (2).

Исходя из этого условия, определяют необходимую глубину заложения фундамента  $h$  при известной горизонтальной силе  $P$  или допускаемую горизонтальную нагрузку на фундамент при заданной глубине заложения.

Вторая группа методов расчета фундаментов – по перемещениям – основана на применении теории местных упругих деформаций (теории Винклера) с коэффициентом постели, изменяющимся с глубиной по тому или иному закону.

Одни авторы (Г. Крей и К. Ханси принимают коэффициент постели « $K$ » постоянным, другие – изменяющимся по глубине. Причем, И.П. Прокофьев, Н.В. Лалетин и другие) предлагают принимать « $K$ » изменяющимся по линейному закону, В.Б. Шахирев, В.С. Миронов и другие – по криволинейному. Д.В. Ангельский принимает его возрастающим с глубиной по закону прямой до первой точки нулевых перемещений сваи, а ниже – постоянным. С.П. Горбатов считает « $K$ » резко возрастающим до некоторой глубины (зона пластических деформаций), а затем постоянным. Соответствующий вид будет иметь и эпюра напряжений в грунте, так как

$$\sigma_h = k_h \cdot u_k, \quad (3)$$

где  $\sigma_h$  – напряжение в грунте на глубине  $h$ ;

$k_h$  – коэффициент постели;

$u_k$  – горизонтальное перемещение на глубине  $h$ .

Предлагая считать коэффициент постели постоянным, К. Хайси говорит, что этим предложением вносится большая неточность, которая может быть допущена лишь в исключительных случаях.

Большинство методов расчета горизонтально нагруженных фундаментов основано на применении коэффициента постели, изменяющегося с глубиной по закону гидростатического давления.

$$K = \frac{K_h}{h} h_i \beta, \quad (4)$$

где  $K_h$  – коэффициент постели на глубине  $h$  при действии вертикальной нагрузки;

$\beta$  – коэффициент перехода от испытания грунта вертикальной нагрузкой к горизонтальной.

Коэффициент постели зависит как от размеров контактной поверхности фундамента, так и от контактных напряжений и степени развития в грунте пластических деформаций. При расчете фундаментов сооружений, которые не допускают остаточных смещений, рекомендуется подбирать так, чтобы кривая, очерчивающая эпюру действительных напряжений, лежала в пределах, ограниченных прямой. В таком случае работа грунта проходит в упругой стадии. Получаемые при этом допускаемые величины горизонтальных сил оказываются очень заниженными в сравнении с экспериментальными данными.

Теория метода коэффициента постели не подтверждается многочисленными опытами. Прежде всего, по этой теории деформация может быть только там, где приложена нагрузка. Между тем, общеизвестно, что деформация всегда наблюдается и за пределами нагруженно-

### Раздел 3. «Строительство»

го участка. Кроме того, деформация конструкций, имеющих неожиданную площадь контактной поверхности, различна для одного и того же грунта при одном и том же единичном давлении. Иными словами, коэффициент постели является условной величиной, зависящей от размеров и формы рассчитываемой конструкции, и поэтому не имеющей физического смысла.

Однако в ряде случаев решения по теории местных упругих деформаций с коэффициентом постели, изменяющимся с глубиной, могут мало отличаться от опытных данных испытания фундаментов на горизонтальную нагрузку. Так, например, М.И. Горбунов-Посадов считает, что при правильном выборе коэффициентов постели и по теории упругого полупространства приводит в большинстве случаев почти к одинаковым результатам. В частности, это относится и к расчету заглубленных фундаментов типа свай.

В настоящее время для решения многих практических задач в механике грунтов применяется теория общих упругих деформаций или так называемая теория линейно-деформируемого полупространства. Эта теория свободна от недостатков метода коэффициента постели. В частности, она учитывает упругие перемещения не только точек в месте приложения внешней нагрузки, но и точек, лежащих вне ее, и в какой-то степени лучше отражает характер работы грунтов как оснований зданий и сооружений. В расчетах принимается вместо коэффициента постели модуль деформации, изменяющийся с глубиной по тому или иному закону.

В методе Б.Н. Жемочкина эпюры направления в грунте, а также деформации получены в результате решения уравнений теории упругости при постоянном значении модуля деформации. Наибольшие напряжения сжатия в грунте по этому методу получаются у поверхности грунта. Однако, экспериментальные данные В.С. Миронова и других авторов говорят о том, что у поверхности сыпучего грунта сопротивление его равно нулю, так как здесь деформации сдвигов преобладают над деформациями уплотнения. Следовательно, напряжения у поверхности грунта должны быть равны нулю, а это можно получить лишь при нулевом значении модуля деформации в этой точке грунта.

Как показали опыты В.Н. Голубкова, при незначительной нагрузке точка, где перемещения равны нулю, находится близко от поверхности грунта. С увеличением же нагрузки, вследствие развития деформации грунта эта точка перемещается вниз. Диапазон ее перемещений достаточно велик: от 0,2 до 1,5 м. К аналогичным выводам пришел в своих экспериментах и В.Б. Шахирев.

Опыты Р.М. Нарбута также показали, что мгновенный центр поворота понижается с увеличением горизонтальной нагрузки, и изменяется в довольно широких пределах в зависимости от величины относительного заглубления и угла наклона фундамента.

Отсюда острая необходимость в детальном исследовании работы фундаментов типа коротких свай при действии горизонтальных нагрузок.

Для определения несущей способности свай под воздействием горизонтальных нагрузок было испытано около 60 буронабивных и 30 набивных свай в грунтовых условиях региона строительства.

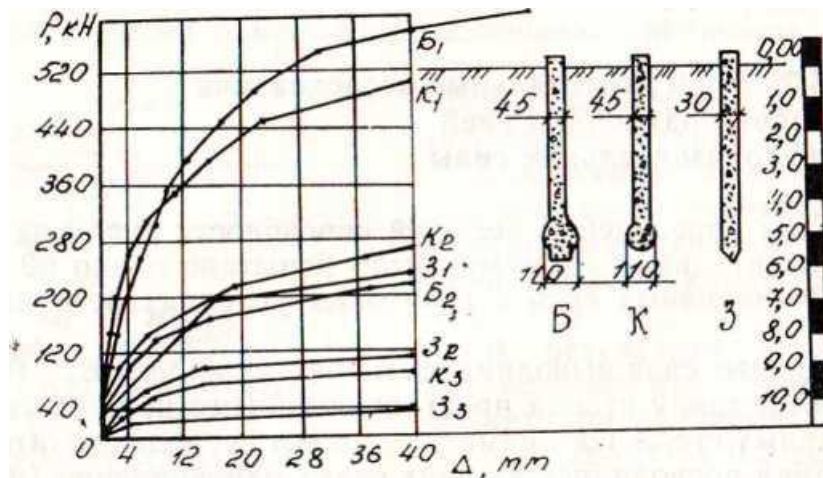
Буронабивные сваи выполнялись из бетона класса В20 и армировались на всю длину ствола пространственными каркасами из шести арматурных стержней диаметром 18 мм периодического профиля. Испытания проводились на двух сваях одновременно (враспор) до разрушающей нагрузки.

Осмотр всех испытанных свай после откопки показал, что большинство имело излом ствола на расстоянии 0,6-1,0 м от планировочной отметки. Вблизи характерного излома ствола сваи располагались горизонтальные трещины, ширина раскрытия которых постепенно уменьшалась в зависимости от расстояния.

В первую серию испытаний входила группа из 34 свай одинаковой длины 5 м, но с различными диаметрами ствола – 0,3; 0,4; 0,45; 0,5 м. На рисунке 1 приведены наиболее характерные зависимости горизонтальных перемещений свай от действующей нагрузки.

### Раздел 3. «Строительство»

Все графики статических испытаний  $\Delta=f(P_T)$  имеют криволинейное очертание с тремя характерными участками.



Сваи: Б – буронабивные; К – камуфлетные; З – забивные.  
1-3 – номера испытательного полигона

Рисунок 1. Зависимость горизонтального перемещения свай  $\Delta$  от горизонтальной нагрузки

Первый участок в глинах при  $I_L < 0$  ограничивается перемещениями порядка 6-8 мм. При  $I_L < 0,25$  эта величина уменьшается и при  $0,25 < I_L < 0,5$  составляет 3-4 мм. Зависимость между нагрузками на сваю и ее перемещениями в пределах первого участка для всех испытаний близка к линейной.

Второй участок характеризуется резким увеличением кривизны графика при нелинейной зависимости между нагрузками и перемещениями.

Третий участок кривой, где перемещения более значительные, переходит в прямую, параллельную оси перемещений. При этом приращение горизонтальных перемещений значительно опережает приращение нагрузки. При нагрузках, превышающих величину предельного сопротивления свай, развиваются незатухающие горизонтальные перемещения. Такое состояние в глинах с  $I_L < 0$  возникает при перемещениях головы сваи в пределах 24-40 мм, при  $I_L < 0,25$  эта величина снижается до 12-20 мм, а при  $0,25 < I_L < 0,5$  составляет 8-16 мм.

При указанных перемещениях происходят интенсивное раскрытие трещин и излом ствола свай. Поэтому при расчете работы сваи под воздействием горизонтальных нагрузок по второму предельному состоянию следует принимать предельную величину горизонтального перемещения головы сваи равной 1 см, так как при больших перемещениях не удовлетворяется условие расчета материала ствола на трещиностойкость.

На рисунке 2 показаны графики зависимости сопротивления свай горизонтальной нагрузки от диаметра ствола буронабивной сваи для различных значений показателя текучести глинистого грунта при перемещении головы сваи на уровнях поверхности  $\Delta = 1$  и  $\Delta = 2$  см. Как видим, зависимость  $P=f(d)$  с достаточной для практики точностью может считаться линейной.

Во вторую серию испытаний входила группа из 24 камуфлетных свай с диаметром ствола 0,45 м, длиной 5, 4, 3 м и 18 забивных свай сечением 0,3 X 0,3 м при той же длине. В результате испытаний получены зависимости сопротивления свай от длины  $P=f(L)$  для различных показателей текучести глинистого грунта.

Исследования показали, что при одинаковых размерах поперечного сечения ствола и равном армировании несущая способность коротких свай зависит от их длины.

### Раздел 3. «Строительство»

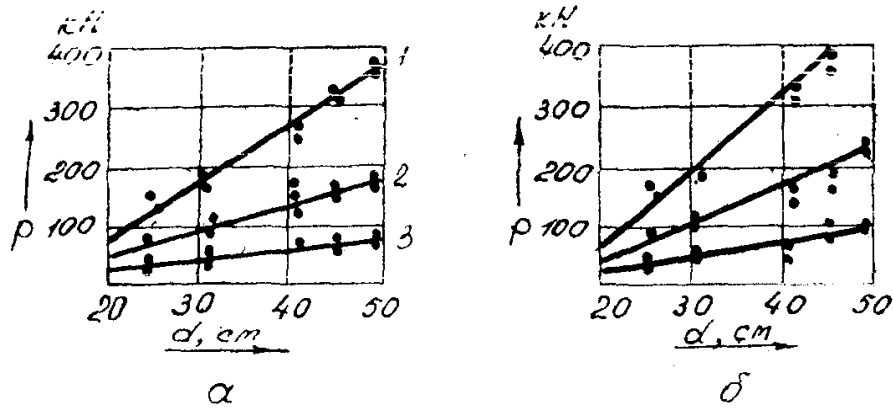


Рисунок 2. Зависимость  $P=f(d)$  при различных значениях текучести глинистого грунта (1 –  $I_L < 0$ ; 2 –  $I_L = 0,2$ ; 3 –  $I_L = 0,6$ ) и перемещениях ( $a - 1$  см,  $b - 2$  см)

При  $I_L \leq 0$  увеличение длины свай начиная с 3 м не повышает их сопротивляемости горизонтальной нагрузке. В этом случае зависимость  $P=f(L)$  имеет смысл при  $L/d < 6$ , где  $L$  – длина,  $d$  – диаметр ствола сваи. При  $0,25 < I_L < 0,6$  увеличение длины свай не повышает их сопротивляемости горизонтальной нагрузке после достижения величины  $L/d = 11$ .

Расчет буронабивных свай, работающих на горизонтальную нагрузку, рекомендуется выполнять по формуле:

$$H \leq \beta \cdot F_d, \quad (5)$$

где  $H$  – расчетное значение горизонтальной силы, передающейся на сваю, кН;

$F_d$  – несущая способность набивной сваи, принимаемая по данным таблицы 1, кН;

$\beta$  – коэффициент, учитывающий влияние фактора времени, равный 0,8 при действии постоянных горизонтальных нагрузок и 1,0 при действии кратковременных нагрузок.

При определении максимального изгибающего момента в сечении горизонтально нагруженных свай и проверке их поперечного сечения существенное значение имеет учет интенсивности распределения реактивных давлений грунта по боковой поверхности свай.

Таблица 1 – Несущая способность набивных свай (кН) при  $\Delta = 1$  см

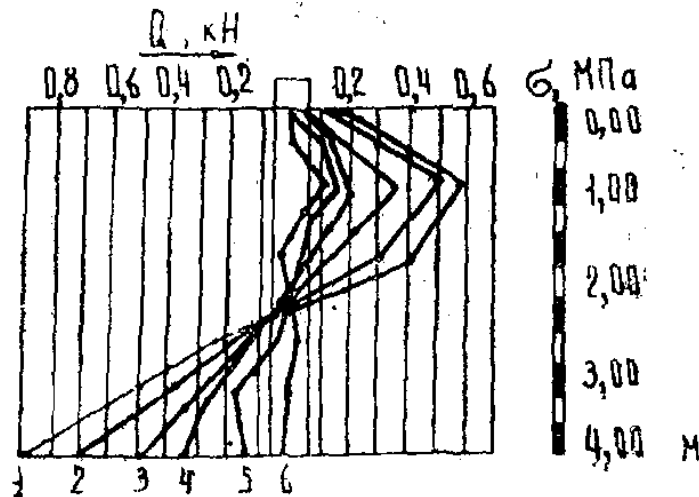
Диаметр ствола сваи, м	Несущая способность при $I_L$				
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
0,3	80	70	59	50	39
0,35	96	84	72	60	49
0,4	112	101	86	74	59
0,45	130	114	100	85	69
0,5	146	129	112	96	78
0,55	164	144	126	108	89
0,6	180	159	140	119	98

Для изучения характера распределения и величины реактивного давления грунта по передней и задней поверхностям коротких буронабивных свай ( $L/d = 10-12$ ) в процессе возрастания горизонтальной нагрузки была проведена специальная серия испытаний. Напряжения измерялись тензометрическими преобразователями давлений (мессодозы) конструкции ЦНИИСК.

### Раздел 3. «Строительство»

Месдозы устанавливались в пробуренную скважину диаметром 550 мм, глубиной 425 см через 250 мм с диаметрально противоположных сторон. Армирование сваи выполнялось пространственным каркасом из шести стержней диаметром 14 мм периодического профиля. Бетонирование проводилось смесью литой консистенции класса В20. Глинистый грунт имел следующие физико-механические свойства: удельный вес  $\gamma = 19,5 \text{ кН/м}^3$ ; удельный вес твердых частиц  $\gamma_s = 26,4 \text{ кН/м}^3$ ; влажность  $\omega = 9,8 \%$ ; пластичность  $I_p = 18,6 \%$ ; текучесть  $I_L = 0,3$ ; коэффициент пористости  $e = 0,62$ ; угол внутреннего трения  $\varphi = 24^\circ$ ; удельное сцепление;  $C = 0,02 \text{ МПа}$ ; модуль деформации  $E = 12,8 \text{ МПа}$ .

В результате обработки экспериментальных, данных были построены эпюры распределения реактивного давления грунта по боковой поверхности сваи (рисунок 3).



1 – 180; 2 – 160; 3 – 120; 4 – 60; 5 – 40; 6 – 20

Рисунок 3. Эпюры реактивного давления ( $\sigma$ , МПа) глинистого грунта на боковую поверхность буронабивной сваи длиной 425 см от горизонтальной нагрузки ( $Q$ , кН)

Исследования работы жесткой сваи при действии горизонтальной нагрузки показали, что эпюра реактивного давления грунта на всех ступенях нагрузки, включая предельную, имеет криволинейное очертание. Максимальная ордината эпюры расположена на уровне нижнего конца сваи. Нулевая точка расположена примерно на расстоянии  $2/3$  от планировочной отметки. Напряжения со стороны задней грани сваи примерно в 1,5-2,0 раза выше напряжений со стороны передней грани при одной и той же нагрузке. Максимальные значения реактивных давлений превышают давление, определяемое по Кулону, примерно в 6-8 раз.

В лабораторных условиях были проведены статические испытания свай из различных материалов при горизонтальных нагрузках, имевшие целью установить характер распределения реактивного давления грунта, а также деформаций ствола при различных погонных жесткостях свай. Испытывались железобетонные, металлические и деревянные сваи в песчаном грунте (рисунок 4).

Интенсивность распределения реактивного давления грунта представляет собой среднее значение из 10-12 опытов с каждой свайей. Результаты измерений при повторных испытаниях отличались на 8-14 %.

С помощью экспериментально полученных эпюр реактивного давления грунта удалось проверить условия статического равновесия сваи, нагруженной внешней горизонтальной силой без учета касательных сил по боковым поверхностям. При этом ствол сваи разбивался на участки длиной не более 5 см, в пределах которых площадь криволинейной эпюры реактив-

### Раздел 3. «Строительство»

ного давления заменялась площадью прямолинейной трапеции.

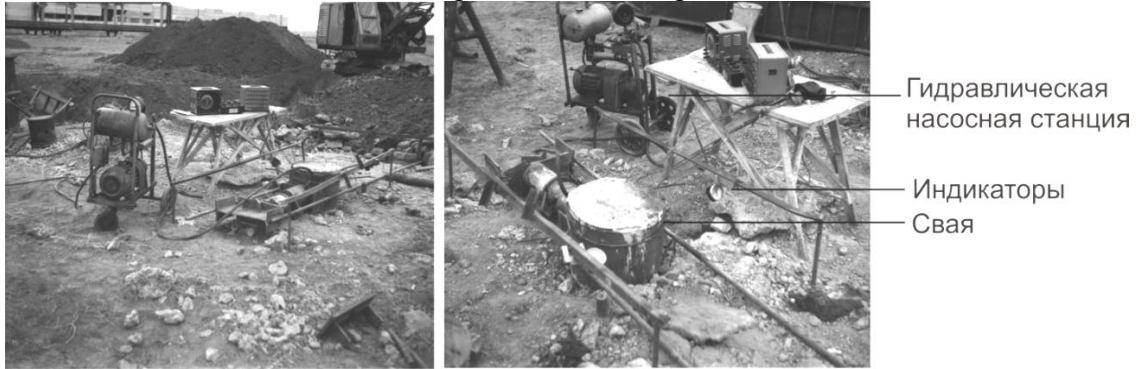


Рисунок 4. Экспериментальные исследования свай на горизонтальную нагрузку

Были проверены следующие условия статики:

– сумма проекций всех сил на горизонталь:

$$d \int_0^l \sigma(y) dx = Q, \quad d \int_0^l \sigma_y dx = Q; \quad (6)$$

– сумма моментов относительно верхнего и нижнего конца сваи:

$$d \int_0^l y \sigma(y) dx + Qy = 0. \quad (7)$$

Сумма моментов относительно точки, в которой реактивное давление меняет знак на противоположный, показала, что ни одно из указанных условий статики не было удовлетворительным.

В проведенных экспериментах испытания свай заканчивали, когда горизонтальное перемещение их в грунте достигало 20-25 мм. В целях выявления характера трещинообразования железобетонные сваи, как правило, доводились до разрушения.

После испытания и откопки железобетонные сваи тщательно осматривались, отмечалось место излома и замерялась остаточная величина раскрытия трещин. Для этой цели использовали микроскоп с 24-кратным увеличением.

Опыты показали, что место излома железобетонных свай и глубина расположения трещин находятся в пределах 3-4 d от поверхности грунта (d – ширина сечения сваи). Остаточная величина раскрытия трещин составила 0,2-0,3 мм, а расстояние между трещинами равнялось (0,7-0,9) d.

Проведенные исследования работы железобетонных, металлических и деревянных свай, воспринимающих горизонтальные нагрузки, позволяют сделать следующие выводы:

– с увеличением нагрузки на сваю нулевая точка, в которой меняется знак эпюры реактивного давления грунта, смещается в сторону нижнего конца сваи;

– реактивные давления грунта и горизонтальные смещения верхнего конца при одинаковых горизонтальных нагрузках выше для свай с меньшим значением погонной жесткости.

Для одних и тех же грунтовых условий характер работы свай во многом определяется их жесткостью EI (E – модуль деформации материала ствола сваи; I – момент инерции поперечного сечения сваи). Сваи с  $EI = 2150 \text{ кН} \cdot \text{м}^2$  под действием внешней горизонтальной силы поворачивались в грунте вокруг нулевой точки эпюры напряжений, сваи с  $EI < 73 \text{ кН} \cdot \text{м}^2$  изгибались, сваи с  $73 < EI < 1000 \text{ кН} \cdot \text{м}^2$ , изгибаясь, поворачивались в грунте вокруг нулевой точки.

Условия статического равновесия сваи, нагруженной внешней горизонтальной силой и реактивным давлением грунта по контактными поверхностям, не удовлетворяются на 40% и

### Раздел 3. «Строительство»

более. Это свидетельствует о существенной доле касательных сил (сил трения) по боковым поверхностям сваи в суммарном реактивном давлении грунта. Следовательно, необходимо выявить активность распределения касательных сил по боковым поверхностям в целях введения их в общую формулу расчета поведения одиночных свай под действием горизонтальных нагрузок.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Алексеев В.М. К вопросу о расчете пирамидальных свай на горизонтальные нагрузки. Г. А. Липсон, Ю. А. Митриенко. Исследование рациональных конструкций фундаментов // межвуз. сб. науч. тр. ВИСИ. – Воронеж, 1984.-С. 17-24.
- 2 Д.В. Ангельский. К расчету свайных оснований на горизонтальные нагрузки. Д. В. Ангельский // Труды МАДИ. М. Л., 1937. - Вып. 7. - С. 41-49.
- 3 Н.И. Безухов. Основы теории упругости, пластичности и ползучести. Н. Н. Безухов М.: Высш.школа, 1961. 537с.
- 4 В.Г. Березанцев. Расчет одиночных свай и свайных кустов на действие горизонтальных сил. В. Г. Березанцев // Сб.тр.ЛИИЖТа, вып. 136. Теоретический. -М., Гострансжелдориздат, 1947. С. 62-78.
- 5 Братанчук А.И. Исследование и внедрение свайных фундаментов при строительстве на подрабатываемых территориях. Сб. "Вопросы защиты зданий и сооружений от влияния горных выработок", строительство и защиты зданий и сооружений на подрабатываемых территориях. - Л., 1982, с. 84-89.
- 6 Г.И. Глушков. Расчет сооружений, заглубленных в грунт. М.: Стройиздат, 1977. - 295 с.
- 7 В.Н. Голубков. Экспериментальные исследования работы свай на горизонтальную нагрузку. В.Н. Голубков. Сб. тр. НИИ. М., Стройвоенмориздат, 1948. № 11. - С. 5-34.
- 8 Н.В. Лалетин. Расчет свайных анкеров на действие горизонтальной силы. Н.В. Лалетин. Теории сооружений и конструкций // Труды Воронеж, инж.-стр. института. Воронеж, 1964. – № 10, вып. 1.-С. 119-133.
- 9 Л.В. Мазуренко. Расчет одиночных свай на действие горизонтальных нагрузок. Л.В. Мазуренко, Д.А. Шварцман // Основания, фундаменты и механика грунтов. 1967. № 2. - С. 35-38.
- 10 В.С. Миронов. О методе расчета свай на горизонтальные нагрузки. В.В. Миронов // Основания, фундаменты и механика грунтов. 1971. -№ 1.-С. 15-17.
- 11 И.Ф. Разоренов. Экспериментальные исследования устойчивости одиночных фундаментов при действии горизонтальной нагрузки // Труды ВНИИ жел. дор. стр-ва и проектирования, вып. 13, 1955.
- 12 Н.К. Снитко, Снитко А.Н. Расчет жестких и гибких опор, заземленных в грунт, при одновременном действии горизонтальных и вертикальных сил. Основания, фундаменты и механика грунтов. - М.: 1967. №3.- с. 1-3.
- 13 А.С. Строганов. Теоретические и экспериментальные исследования работы длинных одиночных свай на горизонтальную нагрузку. А.С. Строганов // Информационные материалы. ВОДГЕО. М., 1953. № 4. -80с.
- 14 В.Б. Шахирев. Новый метод расчета коротких жестких свай на горизонтальную нагрузку. В.Б. Шахирев // Строительство и архитектура, Белоруссии. 1987. № 1. - С. 35-36.
- 15 Briaud, J.-L., and Smith, T. D. (1983). "Using the pressuremeter curve to design laterally loaded piles." Proc., 15th Offshore Technology Conf, Houston, Paper 4501, 495-502.
- 16 Karthigeyan, S., V.V.G.S.T. Ramakrishna and K. Rajagopal, 2007. "Numerical Investigation of the effect of vertical load on the lateral response of piles". J. Geotech. Geoenviron. Eng. ASCE., 133 (5), pp. 512-521.
- 17 ReeseL. C., Cox, W. R., and Koop, F. D. (1974). "Analysis of laterally loaded piles in



### Раздел 3. «Строительство»

sand." Proc., 6th Offshore Technology Conf., Vol. 2, Houston, 473-483.

А.В. Филатов, О.Н. Леликова, О.Н. Онищенко, Г.А. Тулеутаева, Д.Р. Байтуленгутова

#### **Қысқа свай текті іргетастардың көлденең жүктемелерге әсер ету жұмысын зерттеу**

**Андапта.** Негізді есептеу әдісі үшін іргетастың топырақпен әрекеттесу суреттемелерін зерттеу қажет, көлденең жүктеменің әсері барысындағы іргетастың жанасу беттері бойынша кернеулердің таралуын білу керек, сонымен қатар негіздердің деформациялануын олардың тіпті қирауына дейін білу керек.

Теориялық мәселені шешу топырақ жұмыстарымен бірге жүретін құбылыстардың күрделіліктеріне байланысты үлкен қиындықтар тудырады. Сондықтан осы жұмыста негізгі теориялық ережелерді растай алатындай іс – тәжірибелерді жүргізетін эксперименталды - теориялық жол таңдалды.

**Түйін сөздер:** свай, іргетас, топырақ, көлденең орын ауыстыруы, деформация, өңделетін аумақ, бағаналы іргетас.

A. Filatov, O. Lelikova, O. Onishchenko, G. Tuleutayeva, D. Bytelengutova

#### **Research of work of foundations of type of short pileses on horizontal loading**

**Abstract.** For the reasonable method of calculation it is necessary to investigate the picture of cooperation of foundation with soil, to know distribution of tensions on the pin surfaces of foundation at the action of the horizontal loading, and also character of deformations of founding up to his destruction.

The theoretical decision of question presents large difficulties because of complication of the phenomena, accompanying work of soil. Therefore in the real work select experimentally is a theoretical way, consisting in realization of such experiments it was possible that to confirm substantive theoretical provisions.

**Key words:** pile, foundation, soil, horizontal moving, deformation, earned additionally territory, pile foundation.

---

---

**Раздел 4**

**Энергетика.  
Автоматизация и  
вычислительная  
техника**

УДК 681.532.33

Т.И. СИВЕРСКАЯ, А.С. ЗЕЛЕНОВ

(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)

**РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ БРИКЕТИРОВАНИЯ ИЗВЕСТИ НА УЧАСТКЕ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА КОНВЕРТЕРНОГО ЦЕХА АО «АРСЕЛОРМИТТАЛ ТЕМИРТАУ»**

**Аннотация.** Статья посвящена разработке автоматизированной системы брикетирования извести на участке подготовки производства конвертерного цеха. Выбраны первичные измерительные преобразователи, аварийные тросовые и концевые выключатели. Рассмотрено применение двухуровневой системы управления структурой технологического процесса брикетирования извести. Выполнен сравнительный анализ применения выбранных датчиков уровня и скорости. Приведены их технические характеристики. Рассмотрена целесообразность применения автоматизированной системы брикетирования извести на участке подготовки производства конвертерного цеха АО «АрселорМиттал Темиртау».

**Ключевые слова:** Брикетирование извести, конвертор, автоматизированная система, датчики уровня, датчики скорости, концевые выключатели.

Широкое внедрение систем автоматизации приносит народному хозяйству кроме прямого экономического эффекта существенный организационный эффект, так как требует специалистов высокой квалификации и, следовательно, повышает общий уровень организации производства и его культуры, улучшает стиль и эффективность руководства [1].

В металлургической промышленности применение современных средств и систем автоматизации позволяет решать следующие задачи:

1) Ведение процесса с производительностью, максимально достижимой для данных производительных сил, автоматически учитывая непрерывные изменения технологических параметров, свойств исходных материалов и полуфабрикатов, изменения в окружающей среде, а также ошибки операторов (человеческий фактор);

2) управлять процессом, постоянно учитывая динамику производственного плана для номенклатуры выпускаемой продукции путём оперативной перестройки режимов технологического оборудования, перераспределение работ на однотипном оборудовании;

3) автоматически управлять процессами в условиях, вредных или опасных для человека [2].

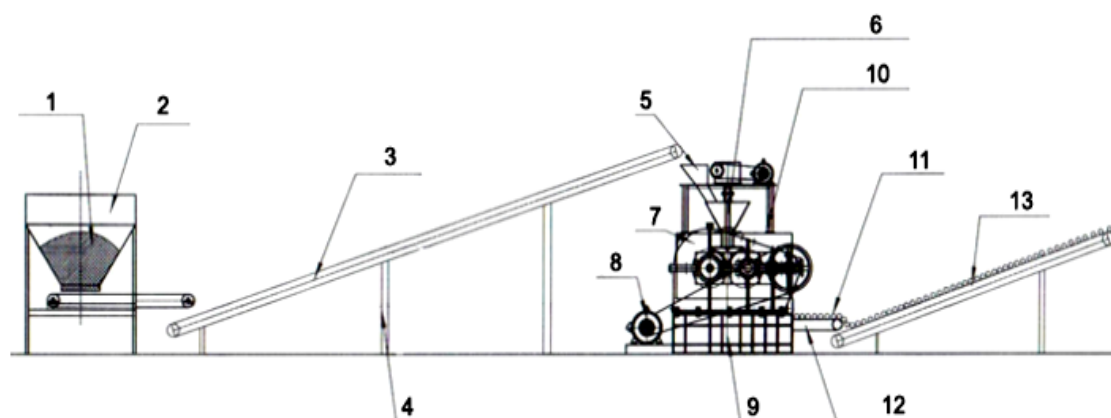
В любом современном конвертерном цехе для выполнения операций загрузки сыпучих материалов применяются специализированные локальные системы подачи сыпучих материалов в конвертер. Данные системы выполняют функции по взвешиванию и подаче сыпучих материалов в определенной последовательности. На участках подачи сыпучих материалов устанавливаются специальные грохота, на которых происходит отсев мелких фракций извести и доломита которые в дальнейшем попадают в отсевной бункер. В результате этих действий образуется большое количество известковой пыли, которую в таком виде невозможно добавлять в конвертер [3].

Одной из основных проблем в конвертерном цехе является известковая пыль, образующаяся при транспортировке извести по конвейерам от цеха обработки извести к тракту подачи сыпучих материалов конвертерного цеха. К наиболее пыльным рабочим местам относятся места машинистов скиповых подъемников, и собственно весь тракт. Пыль, образующаяся при пересыпке с конвейера на конвейер, оказывает негативное воздействие на человека и может вызвать профессиональные заболевания дыхательных путей. Поэтому необходимо применение эффективной системы удаления пыли для уменьшения ее концентрации на рабочих местах.

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

Мелкие фракции невозможно использовать в технологическом процессе и поэтому данные материалы вывозили на склад временного хранения, где данный материал просто лежал. Для дальнейшего использования данного материала его следует спрессовать в брикеты и снова отправить по конвейерам в конвертер. Систему брикетирования извести необходимо автоматизировать. В данной системе для управления сложным технологическим процессом следует применить современные средства измерения, контроля и обработки всей поступающей информации, что приведет к более качественному получению брикетов и соответственно к улучшению качества производимой стали.

На данном объекте отсутствует система автоматики и контроля технологического процесса. Визуально просмотреть схему технологического процесса можно на рисунке 1. Для запуска и остановки оборудования используются кнопки управления отдельно для каждого. Контроль заполнения бункера ведется визуально, так же визуально ведется контроль за работой конвейеров и остального оборудования. Ход шибера ограничивается концевыми выключателями. Сила спрессовывания материала определяется оператором по показаниям амперметра установленного в статорную цепь электродвигателя гидростанции пресса.



- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| 1. Сырьевой материал            | 8. Двигатель   |
| 2. Номинальная емкость          | 9. Основание   |
| 3. Конвейер                     | 10. Машина для брикетирования сухого порошка под высоким давлением |
| 4. Рама                         | 11. Конечная продукция   |
| 5. Входное отверстие            | 12. Разгрузочный конвейер  |
| 6. Шнековое подающее устройство | 13. Конвейер   |
| 7. Редуктор                     |  |

Рисунок 1. Схема технологического процесса брикетирования извести

Основной задачей является разработка автоматизированной системы брикетирования извести с целью повышения качества получаемых брикетов, в связи с этим необходимо разработать систему автоматизации, основанную на современных компонентах, а именно применение современных средств измерения, обработки и анализа поступающих сигналов, разработки алгоритмов и программ работы автоматизированной системы управления технологическими процессами.

Основные функции, которые выполняет данная система, это контроль и управление заданной нагрузки пресса, подпрессовщика и шнекового конвейера. Контроль над данными технологическими параметрами может осуществляться с помощью первичных измерительных преобразователей.

Первый параметр, который необходимо контролировать, это уровень сыпучего материала на отсеивном бункере. Для измерения уровня необходимо применить датчик уровня. Дан-

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

ный датчик будет эксплуатироваться в закрытом, не отапливаемом помещении конвертерного цеха отделения подготовки производства. Температура в данном помещении в зависимости от времени года находится в пределах от  $-35$  до  $50^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность окружающего воздуха до 82% [4].

Данный датчик должен измерять уровень сыпучего материала находящегося в отсежном бункере. Измерение уровня для отсежных бункеров 17 м. Максимальная погрешность при измерении уровня может находиться в пределах  $\pm 50$  мм. Выбираем датчик для измерения уровня фирмы «EchoTREK»[5]. Датчик выбираем из серии ультразвуковых уровнемеров, модель EchoTREK STD/SBD 300serirs. Ультразвуковой уровнемер EchoTREK STD/SBD 300serirs может применяться для непрерывного измерения уровня жидкостей и сыпучих продуктов практически в любой отрасли промышленности.

Благодаря своему принципу действия, эффективному ПО и некоторым конструктивным особенностям, прибор может надежно работать в таких условиях, где многие другие приборы сталкиваются с серьезными проблемами. Присутствие негативных факторов по типу запыленности, шумов наполнения или неровных поверхностей не является препятствием для этого устройства. Диапазон измерения по сравнению с жидкостным уровнемером также увеличен в два раза. Данный датчик был выбран из того, что он подходит для измерения сыпучих материалов, и хорошо зарекомендовал себя во время работы на заводе по переработке известняка Nordalk в Польше.

Основные технические характеристики ультразвукового уровнемера EchoTREK STD/SBD 300serirs приведены в таблице 1.

Таблица 1. Основные технические характеристики датчика EchoTREK STD/SBD 300serirs

Параметр	Значение
Диапазон измерения, м	от 0,5 до 60
Давление, бар	0,7-1,1
Точность, %	$\pm 0,2$
Питание, В	$\pm 24$
Рабочий диапазон температур, $^{\circ}\text{C}$	от $-40$ до $+75$
Относительная влажность, %	от 45 до 75
Класс защиты	IP 65

Второй параметр, который необходимо контролировать – это скорость конвейеров. Для измерения скорости конвейеров применим датчики контроля скорости. Все датчики скорости которые следует установить на конвейера будут эксплуатироваться в таких же условиях как и предыдущий датчик уровня.

Скорость вращения конвейеров находится в диапазоне от 750 до 1400 оборотов в минуту. Максимальная погрешность при контроле скорости  $\pm 10$  об/минуту. На каждом конвейере установим по одному датчику скорости на неприводном барабане. При равномерном вращении барабана данные с датчика поступают в контроллер, где и происходит контроль работы конвейера.

В качестве датчиков контроля скорости можно использовать бесконтактные индуктивные датчики. Принцип работы индуктивных датчиков основан на изменении амплитуды колебаний генератора при внесении в активную зону датчика металлического, магнитного, ферромагнитного или аморфного материала определенных размеров. В качестве датчика скорости выбираем датчик скорости ДКС-М30-81У-1113-ЛА.01 фирмы «Сенсор», т.к. данная

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

продукция оптимально подходит нам по соотношению цена качество [6]. Основные технические характеристики приведены ниже в таблице 2.

Таблица 2. Основные технические характеристики датчика скорости ДКС-М30-81У-1113-ЛА.01

Параметр	Значение
Принцип действия	ДКС
Номинальное расстояние срабатывания (Sn), мм	10
Гарантированный интервал срабатывания (Sa), мм	0 – 8,1
Диаметр или максимальный размер активной поверхности, мм	30
Диапазон контролируемых частот ДКС, Гц	0,1 – 2,5
Функция коммутационного элемента	НО и НЗ контакт
Наличие регулировок	Регулировка чувствительности
Диапазон рабочих напряжений питания, В	10 – 30 В
Температура окружающей среды для нормального исполнения, С	–45...+80 С
Влажность окружающего воздуха	<90%
Параметр	Значение

Также для данной системы автоматизации необходимо выбрать аварийные тросовые выключатели и концевые выключатели схода ленты конвейеров.

На каждом конвейере устанавливается по два аварийных тросовых выключателя. Функция аварийной остановки реализуется нормально замкнутыми контактами с принудительным замыканием в соответствии с принципом замкнутой цепи. Выбираем выключатель типа HEN из каталога «Vossloh Kiere» лидера в производстве концевых выключателей безопасности.

Концевые выключателя схода ленты будут работать в идентичных условиях описанных для датчиков контроля скорости и уровня. На каждом конвейере устанавливается по четыре концевых выключателя схода ленты. В качестве датчика контроля схода ленты выбираем датчик ДКСЛ тип MAS 001 из каталога «Vossloh Kiere», который будет использоваться для контроля бокового смещения ленты конвейеров непрерывного действия. Датчик контроля бокового смещения MAS 001, служит для защиты лент конвейеров от повреждений или разрыва вследствие бокового смещения. Подающие конвейерные установки, во избежание пересыпания материала или нарушения режима работы, могут своевременно отключаться.

Также дополнительно на шиберный затвор отсевного бункера установлены концевые датчики положения шиберного затвора. Данные датчики установлены на конечных положениях шиберного затвора, для определения закрытого или открытого положения.

После обработки и анализа полученной информации с первичных измерительных преобразователей и выключателей контроллер в зависимости от работы программы выдает сигнал на запуск изменения скорости вращения или остановку того или иного оборудования.

В нашем случае самой оптимальной структурой управления технологическим процессом являться двухуровневая структура:

- 1) нижний уровень (оборудование нулевого уровня датчики, концевые выключатели);
- 2) верхний уровень – (частотные преобразователи и контроллер, управляющий технологическим процессом) [7].

Данная система должна контролировать и управлять большим количеством технологических параметров. Поэтому следует выбрать такую систему, которая способна принимать и

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

формировать необходимые сигналы для управления и контроля системой брикетирования извести, а также имела возможность обеспечить связь с внешним уровнем управления производства при необходимости.

Нижний уровень будет включать первичные измерительные преобразователи, а именно: датчики скорости, датчик для измерения уровня, датчики положения и датчики безопасности (аварийные тросовые выключатели).

Верхний уровень будет включать в себя контроллер частотные преобразователи и дополнительное оборудование [8]. Для упрощения монтажа системы и экономии средств логично будет использовать систему распределенного ввода/вывода. Основная станция управления Simatic S7-300 будет находиться в шкафу локального пульта управления, которая и будет осуществлять основные функции по управлению технологическим процессом системы брикетирования извести [9].

Разработка автоматизированной системы управления брикетирования извести приведет к повышению качества получаемых брикетов и соответственно улучшение качества производимой стали.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1 Кунтуш Е.В., Сиверская Т.И. Применение энергосберегающих технологий в конверторном производстве//Научно-технический прогресс в металлургии: труды VIII Международной научно-практической конференции – Темиртау, 2015 – с. 146 – 149.

2 Глинков Г.М., Маковский В.А. АСУ ТП в черной металлургии. Учебник для вузов. – М.: Металлургия, 1999. – 310 с.

3 Берг И.Т., Современные системы транспортировки сыпучих материалов, Металлург. – 2005. – №10. – с.26-29.

4 Спичак Е.В. Модернизация автоматизированной системы управления подачей сыпучих материалов в конвертер // Вестник КГИУ – Темиртау, 2014 – № 1(4) – с. 60 – 64.

5 Ультразвуковые уровнемеры EchoTREK [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://td-str.ru/file.aspx?id=2041>. – Загл. с экрана.

6 Справочник датчики/ под ред. Готры З.Ю., Чайковского О.И. – Львов: – Каменьяр, – 1995. – 312 с.

7 Преобразователи частоты в энергосбережении – АО «Ижевский радиозавод» [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – 2013. – Режим доступа: <http://www.irz.ru/news/publish/9>, свободный. – Загл. с экрана.

8 Эффективность внедрения систем с частотно-регулируемыми приводами [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.gu-sta.ru/> свободный. – Загл. с экрана.

9 Каталог фирмы Siemens «Simatic S7-300». [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://electrosiemens.ru/Page91.aspx>. – Загл. с экрана.

Т.И. Сиверская, А.С. Зеленев

**АҚ “Арселормиттал Теміртау” конвертер цехының аралық жерлерде белгілі автоматтандырылған жүйелерде әк брикеттеуді әзірлеу**

**Аңдатпа.** Мақала конвертер цехының аралық жерлерде белгілі автоматтандырылған жүйелерде әк брикеттеуді әзірлеуге арналған. Бастапқы өлшеу түрлендіргіштер, авариялық тростық және шеткі ажыратқыштар таңдалып алынды. Әк брикеттеу үрдісінде екі деңгейлі технологиялық процесс құрылымы бойынша басқару жүйесін қолдану. Датчиктер деңгейлі мен жылдамдығы таңдалып, салыстырмалы талдау орындалды. Олардың техникалық сипаттамалары кестеде келтірілді. Әк брикеттеуде автоматтандырылған жүйесін қолдану орындылығы қаралды.

**Түйін сөздер:** АҚ “Арселормиттал Теміртау” конвертер цехының аралық жерлерде белгілі әк брикеттеу, конвертор, автоматтандырылған жүйе, деңгей датчиктері, жылдамдық датчиктері, шеткі ажыратқыштар.

T.I. Siverskaya, A.S. Zelenov

**Development of an automated briquetting system in the lime preparation area of production of the Converter shop of JSC “ArcelorMittal Temirtau”**

**Abstract.** The article is devoted to the development of an automated briquetting system in the lime preparation area production Converter shop. Selected primary measurement converters, alarm cable and limit switches. Considered the prima-kit two-tier system of management structure of the technological process bittirova-tion of lime. Comparative analysis of selected applications of level sensors and speed. Given their technical characteristics. Examined the feasibility of using an automated system of briquetting the lime preparation area of production of the Converter shop of JSC “ArcelorMittal Temirtau”.

**Key words:** Briquetting of lime, Converter, automated system, level sensors, speed sensors, limit switches.



УДК 621.311.153

А.В. ГУРУШКИН, А.Л. НЕПОЧАТОВ, А.К. АЯГАНОВ  
(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)

**ЭТАПЫ ЭНЕРГОАУДИТА – ШАГ НА ПУТИ К ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ  
И ПОВЫШЕНИЮ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ**

**Аннотация.** Энергоэффективность – это одно из приоритетных направлений развития Республики Казахстан. При помощи энергоаудита определяются основные направления энергосбережения и энергоэффективности. В статье рассмотрены особенности, а также проблемы одного из самых важных и сложных этапов, а именно этап подготовки и сбора информации – первого этапа энергоаудита. Рассмотрены процедуры сбора информации об обследуемом объекте, оценки объема и сложности выполняемых работ, составление опросных листов.

**Ключевые слова:** энергоэффективность, этапы энергоаудита, энергоаудит, энергосбережение, правила проведения энергоаудита, заключение энергоаудита.

Ответом на резкий подъём цен на топливных рынках в 70-х годах, стала программа энергосбережения энергоресурсов. На сегодняшний момент энергосбережение является приоритетным направлением политики многих стран мира, международных организаций и союзов топливно-энергетического направления. Казахстан, являясь членом международного сообщества, так же участвует в развитии программы энергосбережения и международного сотрудничества по данному направлению [1].

В 1997 году в Казахстане был принят первый закон о внедрении программы энергосбережения [2]. Дальнейшее развитие законодательной базы по данному направлению сформировало новую редакцию закона от 13 января 2012 года [3]. Нужно отметить, что на данный момент закон от 13 января 2012 года является фундаментальным документом регулирующим и регламентирующим правовые отношения между участниками программы (государством, субъектами энергетического реестра и энергоаудиторскими компаниями), формы и содержания документов, а также правила и нормативные акты в области энергосбережения.

Другим базисным документом, утвержденным приказом Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан Исекешевым А.О. (уполномоченный орган в области энергосбережения и энергоэффективности) является приказ, утверждающий и регламентирующий правила проведения энергоаудита [4].

Данный документ устанавливает основные требования к системе планирования и времени проведения энергетических обследований, оформлению результатов проведенного энергоаудита в виде финального документа.

Далее будет рассмотрен один из сложнейших этапов проведения энергетического обследования, а именно подготовительный этап.

Право проведения энергетического обследования субъектов энергетического реестра РК имеют те организации, которые прошли аккредитацию в уполномоченном органе РК [5]. Кроме этого, эксперты энергоаудиторы непосредственно выполняющие работы по обследованию и составлению отчетов должны быть аттестованы и состоять в реестре энергоаудиторов РК [6]. Работы по энергетическому обследованию делятся на 4 этапа с учетом сезонных характеристик обследуемого объекта (здания, строения сооружения или технологического процесса):

- 1) подготовительный;
- 2) измерительный (испытательный);

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

- 3) аналитический;
- 4) заключительный.

К первому этапу можно смело отнести такой сложный вопрос, как сбор информации об обследуемом объекте и оценка объема и сложности выполняемых работ на дальнейших стадиях проведения энергоаудита.

Нужно учитывать, что даже типичное здание обладает теми или иными характеристиками, которые сложно учесть или просчитать, не говоря уже о технологических линиях, которые иногда являются уникальными. Например, даже обычный пятиэтажный жилой дом может быть по-разному оснащен приборами учета и иметь переделанную систему отопления и электроснабжения, а также реконструкцию ограждающих конструкций. Как результат, специалистам энергоаудиторской компании крайне трудно определить временные рамки проведения работ, количество требуемых специалистов и затраты на проведение инструментальных замеров. Оптимальным выходом в данной ситуации является передача заказчику опросных листов, на основании которых будет произведен расчет времени объема проводимых работ. Соответственно в опросном листе должны быть перечислены все характерные особенности энергопотребления объекта, ответственные лица и их контактные данные. Таким образом, только получив в полном объеме достоверные данные по объектам заказчика, становится возможным выполнить расчеты и оценить уровень финансовую составляющую проекта.

Следующим шагом на подготовительном этапе является составление программы проведения энергоаудита, в которой прописываются сроки выполнения работ и ответственные лица. К данному документу прилагается соответствующий регламент приборных измерений, а также полный перечень объектов, находящихся на балансе заказчика. Кроме этого, энергоаудиторская компания формирует перечень необходимых сведений и документов, которые предоставляются в случае их наличия. Данные могут запрашиваться исходя из потребностей энергоаудиторской компании, некоторые из которых перечислены в правилах проведения энергоаудита, например:

- 1) План мероприятий по энергосбережению и повышению энергоэффективности, разработанный по итогам предыдущего энергоаудита и результаты его исполнения. Данные такого рода необходимы при прохождении повторного энергоаудита;

- 2) Объемы добычи, производства, потребления, передачи энергетических ресурсов и воды за пять последовательных лет, предшествующих энергоаудиту. Эта информация, как правило, берется из бухгалтерских документов заказчика, но это не всегда возможно в силу специфики функционирования предприятия заказчика. Энергоаудиторское предприятие напрямую использует эти данные для формирования энергетического баланса потребления заказчика;

- 3) Состав основных зданий, строений, сооружений и их характеристики (назначение объекта и его составляющие (пристройки), инженерные системы, класс энергоэффективности, дата постройки, этажность здания, материал стен и крыш, площадь остекления и вид остекления, кубатура, общая площадь). Данные такого рода используются энергоаудиторской компанией для формирования расхода энергии на отопление для поддержания температурного баланса внутри здания;

- 4) Сведения об источниках энергоснабжения и параметрах энергоносителей. Эти данные заносятся в заключение об энергоаудите как опорные значения энергопотребления;

- 5) Фактическое энергопотребление на единицу продукции и (или) расход энергетических ресурсов на отопление на единицу площади или отапливаемого объема зданий, строений, сооружений. Данная информация используется для расчета экономической эффективности энергосберегающих мероприятий по результатам проведения энергоаудита. Хотелось бы заметить, что учет затрат энергии на единицу продукции ведется на всех предприятиях, но затраты отопления на единицу площади или отапливаемого объема как правило не учитыва-

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

ется. Запрос таких данных часто приводит в замешательство заказчика, хотя расчет этих значений достаточно прост;

6) Сведения об энергетическом и технологическом оборудовании;

7) Класс энергоэффективности электрического энергопотребляющего устройства. Данную информацию как правило заказчик не может предоставить, в силу того, что большая часть оборудования была закуплена и установлена до разработки и утверждения Закона «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности» и требует испытаний и расчетов;

8) Сведения о приборах учета и контроля. Данные очень важны для проведения энергоаудита. Они определяют количество и места инструментальных измерений. Контроль потребляемой энергии является главным направлением повышения энергоэффективности;

9) Сведения о системах электроснабжения, теплоснабжения, вентиляции, холодоснабжения, водоснабжения, воздухообмена, канализации, газоснабжения. Конструктивные особенности энергоснабжения являются одним из направлений внедрения энергоэффективных предложений по итогам проведенного энергоаудита;

10) Копия предыдущего заключения по энергоаудиту. Заключение даст характеристику уже имеющейся ситуации по состоянию и проводимым мероприятиям по повышению энергоэффективности;

11) Сведения об организации работы системы энергоменеджмента. Энергоменеджмент является одним из важнейших направлений по выявлению узких мест в области энергоэффективности и разработке мероприятий по их устранению, что в свою очередь напрямую влияет на уменьшение потребления энергоресурсов.

12) Сведения о соглашении с уполномоченным органом РК в области энергосбережения и повышения энергоэффективности [7].

Финалом подготовительного этапа являются пакет документов, собранный энергоаудиторской компанией в состав, которого входит перечень сведений и документов, необходимых для проведения энергоаудита. Передача документов Заказчику оформляется соответствующим актом приема-передачи. Также Заказчику передается программа проведения энергетического обследования с указанием объемов, планом мероприятий планируемых работ, разбитых по времени и регламентом выполнения инструментальных замеров. Данный документ согласовывается сторонами и утверждается для дальнейшего его выполнения. Нужно также отметить, что после реализации всех этапов энергоаудита, Заключение о проведенном энергоаудите отправляется для анализа Национальному институту развития в области энергосбережения и повышения энергоэффективности (далее – НИРЭЭ) [8].

Таким образом, подготовительный этап энергоаудита является отправной точкой и основой для проведения всех основных этапов энергетического обследования. Во многом от качества выполненной работы будет зависеть эффективность и целесообразность всей практической составляющей будущего энергетического обследования, поэтому вопросы подготовки являются очень важными.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1 Постановление Правительства Республики Казахстан. Об утверждении Программы "Энергосбережение - 2020": утв. 29 августа 2013 года, № 904.

2 Республика Казахстан. Закон РК. Об энергосбережении: принят 25 декабря 1997 года.

3 Республика Казахстан. Закон РК. Об энергосбережении и повышении энергоэффективности: утв. 13 января 2012 года.

4 Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан. Об утверждении правил проведения энергоаудита от 31 марта 2015 года, № 400: зарегистрированный в Министерстве юстиции Республики Казахстан 22 июля 2015 года, № 11729.

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

5 Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан. Об утверждении правил аккредитации в области энергосбережения и повышения энергоэффективности от 30 января 2015 года № 90: зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 13 марта 2015 года, № 10421.

6 Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан. Об утверждении правил проведения аттестации кандидатов в энергоаудиторы от 30 ноября 2015 года № 1123: зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 28 декабря 2015 года, № 12587.

7 Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан. Об утверждении типового соглашения в области энергосбережения и повышения энергоэффективности от 31 марта 2015 года № 390: зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 2 июня 2015 года, № 11246.

8 Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан. Об утверждении правил проведения анализа заключений энергоаудита от 30 ноября 2015 года № 1129: зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 26 декабря 2015 года, № 12542.

А.В. Гурушкин, А.Л. Непочатов, А.К. Аяганов

**Энергоаудит сатылары – энергоүнемдеу мен энерготииімділікті арттыру жолдарына бастау болатын қадамдар**

**Аңдатпа.** Энерготииімділік – бұл Қазақстан Республикасының даму бағыттарының бірі. Энергоаудит көмегімен энергоүнемдеу мен энерготииімділіктің негізгі бағыттары анықталады. Мақалада аса күрделі және маңызды сатының бірі, яғни энергоаудиттің бірінші сатысы – ақпаратты жинау мен дайындау сатысының мәселелері мен ерекшеліктері қарастырылды. Зерттелетін объект бойынша ақпаратты жинау, орындалатын жұмыстың күрделілігі мен көлемін бағалау, сұрақ-жауап парақтары мен орындалатын жұмыстарға сметаларды құрастыру үрдістері қарастырылды.

**Түйін сөздер:** энерготииімділік, энергоаудит сатылары, энергоаудит, энергия үнемдеу, энергия аудит ережелері, энергетикалық аудит пікірі.

A.V. Gurushkin, A.L. Nepochatov, A.K. Ayaganov

**Energy Audit Steps - steps towards energy saving and energy efficiency**

**Annotation.** Energy efficiency – is one of the priorities of the Republic of Kazakhstan. The main directions of energy saving and energy efficiency With energy audit. The article describes the features and problems of one of the most important and challenging stages, namely preparation phase and information gathering - the first stage of the energy audit. The procedure of collecting information on the inspected object, estimate the volume and complexity of work, drawing up questionnaires.

**Keywords:** energy efficiency, energy audit, energy audit steps.

УДК621.313

Е.В. КУНТУШ, А.А. МАКСАТОВ

(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)

### ПРИМЕНЕНИЕ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ПРИВОДА В ЭНЕРГОСИСТЕМАХ ГРАЖДАНСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

**Аннотация.** Статья посвящена применению частотно-регулируемого привода в коммунальном хозяйстве. Приведены механические характеристики для нагрузок различного типа. Рассмотрены потери энергии в технологическом процессе. Показаны пути минимизации потерь. Произведено сравнение способов регулирования давления в трубопроводах. Выполнен сравнительный анализ этих способов. Приведены графические зависимости: механические характеристики типичных нагрузок, сравнение характеристик при различных способах управления, характеристики насосного агрегата и сети с частотным регулированием, изменение КПД насосного агрегата. Предложен способ повышения энергоэффективности. Рассмотрена целесообразность применения частотно-регулируемого привода для управления насосами и вентиляторами.

**Ключевые слова:** Частотно-регулируемый привод, асинхронный двигатель, энергосбережение, насос, потери.

В настоящее время все большее распространение приобретает использование частотно-регулируемого привода (ЧРП), выполненного на основе асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором. Частотный преобразователь в комплекте с асинхронным электродвигателем позволяет заменить электропривод постоянного тока. Известно, что регулирование частоты вращения исполнительных механизмов можно осуществлять при помощи различных устройств: механических вариаторов, гидравлических муфт, дополнительно вводимыми в статор или ротор резисторами, электромеханическими преобразователями частоты, статическими преобразователями частоты. Применение первых четырех устройств не обеспечивает высокого качества регулирования скорости, неэкономично, требует больших затрат при монтаже и эксплуатации. Статические преобразователи частоты являются наиболее совершенными устройствами управления асинхронным приводом в настоящее время [1].

Зависимость между скоростью вращения и моментом сопротивления неодинаковы для нагрузок разного типа (рисунок 1) [2]. Многие нагрузки могут рассматриваться как имеющие постоянный момент во всём диапазоне изменения скорости. К ним относятся, например, конвейеры, компрессоры и поршневые насосы.

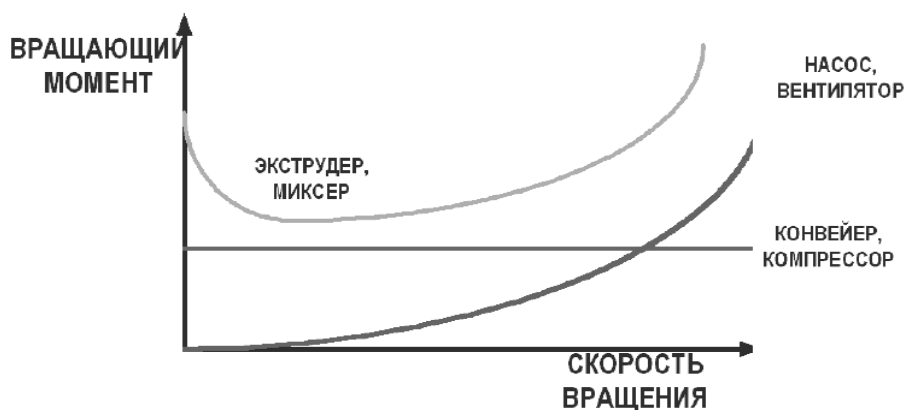


Рисунок 1. Механические характеристики типичных нагрузок

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

Некоторые виды нагрузки имеют переменную механическую характеристику, для которой момент нагрузки возрастает с увеличением скорости вращения. В коммунальном хозяйстве широко используются центробежные насосы и вентиляторы, чья механическая характеристика описывается уравнением квадратичной параболы, а значит, потребляемая мощность пропорциональна кубу скорости вращения. Из этого следует, что даже небольшое снижение скорости электропривода может дать значительный выигрыш в мощности – вот почему экономия электроэнергии является главным преимуществом использования управляемого электропривода для насосов и вентиляторов. Теоретически снижение скорости на 10% даёт тридцати процентную экономию мощности.

Потери энергии в технологическом процессе зависят от расхода сети (технологической нагрузки), определяемого потребителем, и потерь напора на оборудовании насосной станции которые определяются гидравлическим сопротивлением элементов схемы. Для организации технологического процесса с минимальными энергетическими потерями необходимо, в первую очередь, снизить потери напора между трубопроводом насосного агрегата и сетью потребителей.

Для решения задачи минимизации потерь, связанных с регулированием давления в сети, необходимо исключить дополнительные гидравлические сопротивления на участке от насосного агрегата до сетевого трубопровода, то есть необходимо полностью открыть всю запорно-регулирующую арматуру.

Это можно сделать, если процесс регулирования давления передать насосному агрегату. Перспективность частотного регулирования наглядно видна из рисунка 2.

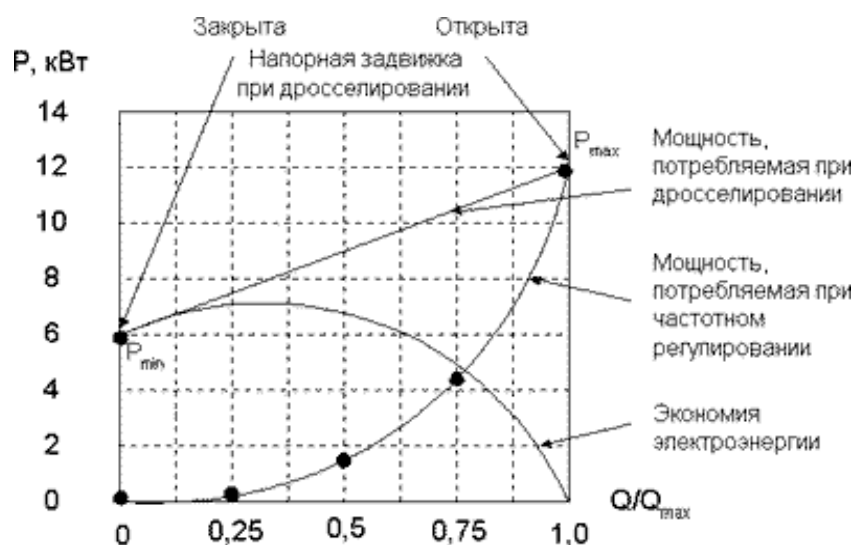


Рисунок 2. Сравнение характеристик при дросселировании и частотном управлении

Таким образом, при дросселировании поток вещества, сдерживаемый задвижкой или клапаном, не совершает полезной работы. Применение преобразователя частоты, регулирующий электропривод насоса, позволяет задать необходимое давление, что обеспечит не только экономию электроэнергии, но и снизит потери транспортируемого вещества [3].

Одним из главных способов повышения энергоэффективности является оснащение вновь построенные или уже эксплуатируемых зданий автоматическими индивидуальными тепловыми пунктами и управляемыми насосными узлами с погодозависимым регулированием. В итоге потребление тепла становится динамическим. Соответственно, на источниках теплоты также необходимо изменять его подачу таким образом, чтобы в сети не циркулировал перегретый теплоноситель. В большинстве случаев вопрос решается дросселированием:

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

в систему с перекачивающими насосами ставятся специальные задвижки, которые уменьшают расход воды.

У названного способа есть ряд недостатков:

- Сложности в применении, обслуживании, эксплуатации. Во-первых, асинхронные двигатели насосов подключаются к электрической сети напрямую. Во-вторых, дополнительные дроссели и клапаны нуждаются в системе управления;
- Давление в линии меняется неоперативно и ступенчато, что обуславливает низкий диапазон регулирования;
- «Прямой» пуск асинхронных двигателей насосных агрегатов из-за высоких значений пусковых токов в сети губителен для двигателей и повышает вероятность возникновения гидроударов в трубопроводах.

Кроме всего вышеперечисленного, дросселирование неэкономично. Даже при отсутствии потребления насосы продолжают работать «на заслонку», попусту перегоняя теплоноситель. Бессмысленно тратятся и тепло, и электроэнергия.

Теория работы нагнетателей (насосов и вентиляторов) доказывает, что изменение частоты вращения привода нагнетателя изменяет его напорные характеристики, кроме того, напор создаваемый нагнетателем, пропорционален квадрату частоты вращения агрегата [4]. Изменение напорных характеристик насосного агрегата при изменении частоты вращения иллюстрирует рисунок 3, на котором кривая 1 соответствует номинальной (при номинальной частоте вращения привода) напорной характеристике, а кривые 2÷4 – напорным характеристикам при пониженной частоте вращения.

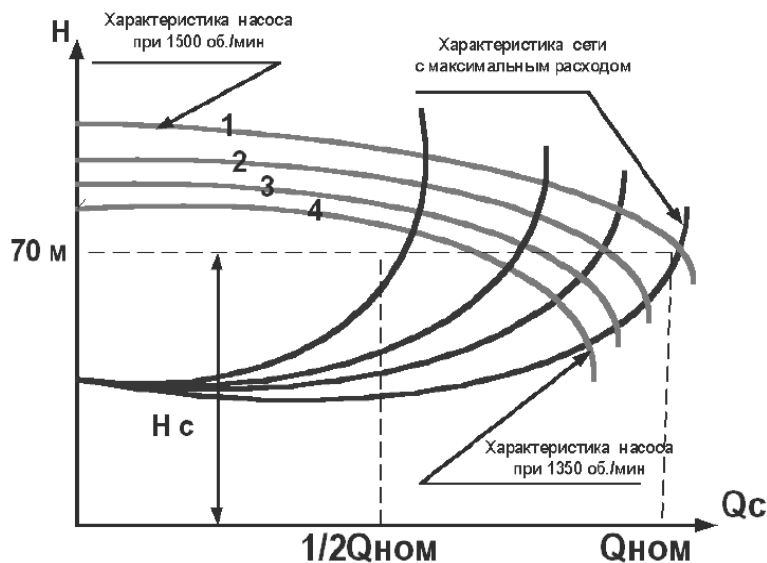


Рисунок 3. Характеристики насосного агрегата и сети с частотным регулированием

Если организовать работу привода насосного агрегата таким образом, чтобы он при изменении параметров технологического процесса (расхода в сети и давления на входе агрегата) изменял частоту вращения, то в итоге можно без существенных потерь энергии стабилизировать давление в сети потребителей. При таком способе регулирования исключаются потери напора (нет дроссельных элементов), а значит, и потери гидравлической энергии.

Способ регулирования давления в сети путём изменения частоты вращения привода насосного агрегата снижает энергопотребление ещё и по другой причине [5]. Собственно насос как устройство преобразования энергии имеет свой коэффициент полезного действия – отношение механической энергии, приложенной к валу, к гидравлической энергии, получаемой в напорном трубопроводе насосного агрегата. Характер изменения коэффициента полез-

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

ного действия насоса в зависимости от расхода жидкости  $Q$  при различных частотах представлен на рисунке 4.

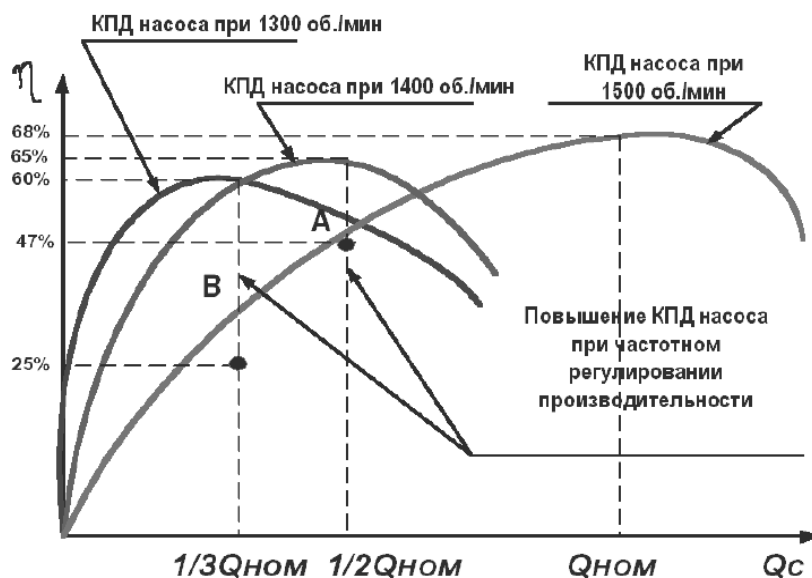


Рисунок 4. Изменение КПД насосного агрегата с частотным регулированием при изменении производительности

В соответствии с теорией подобия максимум коэффициента полезного действия с уменьшением частоты вращения несколько снижается и смещается влево. Анализ требуемого изменения частоты насосного агрегата при изменении расхода в сети показывает, что с уменьшением расхода требуется снижение частоты вращения. Если рассмотреть работу агрегата для расхода меньше номинального (вертикальные линии A и B), то для этих режимов рационально работать на пониженной частоте вращения. В этом случае КПД насоса выше, чем при работе на номинальной частоте вращения. Таким образом, снижение частоты вращения в соответствии с технологической нагрузкой позволяет не только экономить потребляемую энергию на исключении гидравлических потерь, но и получить экономический эффект за счёт повышения коэффициента полезного действия самого насоса – преобразования механической энергии в гидравлическую.

Применение частотного регулирования приводов позволяет существенно уменьшить и эксплуатационные затраты, связанные с обслуживанием агрегатов и систем [6]. Например, снижение перепада давления между всасывающим и напорным патрубками насосного агрегата увеличивает срок службы сальниковых уплотнений, практически исключая гидроудары и обеспечивает стабильность давлений в трубопроводах сетей, а также минимизирует затраты на обслуживание.

Практика применения частотных преобразователей для управления насосами и вентиляторами доказывает целесообразность не просто включения преобразователя для управления агрегатом, а создания специализированных систем управления технологическим процессом. Именно такой подход позволяет получить экономический эффект не только от снижения потребляемой из сети электрической мощности, но и добиться существенного уменьшения эксплуатационных расходов, улучшение условий труда и увеличение срока службы оборудования. Современные преобразователи частоты позволяют получать более 20 параметров состояния электропривода. Соответствующая обработка этих параметров позволяет проводить глубокое диагностирование как оборудования системы, так и протекающих процессов. Появляется возможность не только реагировать на возникшую аварию, но и предупреждать её, что для энергетических объектов значительно важнее [7].



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

Создание системы с частотно-регулируемыми приводами, в которых управление частотой осуществляется наряду с контролем целого комплекса различных технологических параметров, позволяет снизить не только потребление электрической энергии, но и обеспечивает экономию потребления энергоресурсов всей системы [8].

Применение частотно-регулируемых приводов для насосов и вентиляторов в технологических процессах позволяет снизить энергопотребление технологическим оборудованием. Переход от нерегулируемого асинхронного электропривода насосов и вентиляторов в системах водо- и воздухообеспечения городских сетей, котельных и центральных тепловых пунктах (ЦТП) к частотно-регулируемому позволяет экономить до 60% электроэнергии, а в системах водоснабжения - до 25% потребления холодной воды и до 15% горячей воды. Указанная экономия достигается за счет исключения ненужных для комфортного водо- и воздухообеспечения избытков напора (давления), закладываемых при проектировании системы, а также возникающих в процессе работы — при изменениях расхода, при росте напора в водоснабжающих магистралях и т.п.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Sunenergys [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.sunenergys.ru/informatsiya/chto-takoe-dalnee-infrakrasnoe-izluchenie.html> свободный. – Загл. с экрана.
- 2 Проекты АСУ технологических процессов и установок с применением частотно-регулируемых приводов. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.l-avt.ru/> свободный. – Загл. с экрана.
- 3 Климат Индустрия [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.vologdavent.ru/content> свободный. – Загл. с экрана.
- 4 Дячек П.И. Насосы, вентиляторы, компрессоры. – М. Издательство АСВ, 2013 – 432 с.
- 5 Дружинин В.М., Кунтуш Е.В., Черный А.П. Использование асинхронных двигателей в металлургическом производстве // Вестник КГИУ – Темиртау, 2014 – № 3(6) – с. 5 – 9.
- 6 Кунтуш Е.В., Сиверская Т.И. Применение энергосберегающих технологий в конверторном производстве // Научно-технический прогресс в металлургии: труды VIII Международной научно-практической конференции – Темиртау, 2015 – с. 146 – 149.
- 7 Эффективность внедрения систем с частотно-регулируемыми приводами [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.gu-sta.ru/> свободный. – Загл. с экрана.
- 8 Комков В.А., Тимахова Н.С. Энергосбережение в жилищно-коммунальном хозяйстве. – М.: ИНФРА-М, 2010 - 320 с.

Е.В. Кунтуш, А.А. Максатов

#### **Азаматтық құрылыс энергосүйелерінде жиіліктік – реттелетін жетекті қолдану.**

**Аңдатпа.** Мақала коммуналдық шаруаларында жиіліктік - реттелетін жетекті пайдалануға арналған. Әр түрлі жүктемелер түріне механикалық сипаттар келтірілген. Технологиялық үрдістерде энергетикалық шығын қарастырылды. Көрсетілген шығын жолын барынша азайту. Құбырлардағы қысымды ерттеу әдістерін салыстыру келтірілген. Осы әдістерге салыстырмалы есептеулер орындалды. Графикалық тәуелділік келтірілді: типтік жүктемелердің механикалық сипаттамалары, әр түрлі басқару әдістердің сипаттамаларын салыстыру, агрегат сорғы сипаттамасы және байланыс бөліктерін реттеу, сорғы агрегатының ПӘК өзгерісі. Энергия тиімділігін арттыру үшін тәсіл ұсынылды. Сорғылар мен желдеткіш басқару үшін жиіліктік - реттелетін жетек пайдалану арқылы қарастыру.

**Түйін сөздер.** Жиілікті-реттелетін жетек, асинхронды қозғалтқыш, энергия үнемдеу, сорғы шығын.

E.V. Kuntush, A.A. Maksatov

**Application of VFD in power systems civil construction.**

**Abstract.** The article is devoted to the use of variable frequency drive in the utilities sector. Shows mechanical properties for various types of loads. We consider the energy loss in the process. Ways to minimize losses. Comparison of methods of controlling the pressure in the pipelines. The comparative analysis of these methods. Shows a graph of: the mechanical characteristics of a typical load, comparing performance for different control methods, the characteristics of the pump unit and frequency regulation network, changing the pump unit efficiency. A method for improving energy efficiency. We consider the appropriateness of the use of variable frequency drives for pumps and fans.

**Key words.** VariableFrequencyDrive, AC induction motor, energy saving, the pump, loss.

УДК 338.244.42

**В.В. ЯВОРСКИЙ, И.И. КРУПЕНЬКИН**

(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)

### РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ИЕРАРХИИ

**Аннотация.** В работе рассмотрена задача разбиения частично-упорядоченного графа  $G(Z, W)$ , который, как правило, называют сетевым графиком на линейно упорядоченную совокупность классов. К рассматриваемой модели относятся задачи компоновки объекта (технического изделия, программы, природной среды), задаваемого частично упорядоченным графом по стандартизированным модулям. Для решения такого рода задач широко применяются эвристические алгоритмы поиска глобального экстремума функционала, выражающего качество классификации. Исследуется пространство решений задачи, предлагается эффективная схема решения.

**Ключевые слова:** частично-упорядоченный граф, сетевой график, систематизация, иерархия, условно-оптимальное разбиение, упорядоченный перебор точек пространства, разбиение работ на этапы

Рассматривается задача группировки частично упорядоченного множества объектов  $Z$  и построения разбиения  $R = (Z_1, Z_2, \dots, Z_L)$  фактически представляющего собой классификацию объектов. Хорошо известны задачи классификации объектов, в случае, когда задана мера связи между объектами в виде матрицы [1, 2]. Для решения такого рода задач широко применяются эвристические алгоритмы поиска глобального экстремума функционала, выражающего качество классификации. В виду сложного целевой функции и описания пространства допустимых решений в общем случае обычно не удается построить эффективный точный алгоритм.

Известен также класс задач, где объекты дополнительно обладают естественным свойством упорядоченности [3,4]. Упорядоченность объектов в целом сокращает множество допустимых разбиений  $R$ . Если это сокращение существенно и просто описывается, например, в случае линейной упорядоченности объектов, удастся получить решение задачи классификации точными методами [3]. В общем случае, когда необходимо найти разбиение частично-упорядоченного графа  $G(Z, W)$  на линейно упорядоченную совокупность классов задача наоборот усложняется. Заметим, что разбиение графа  $G(Z, W)$  который, как правило, называют сетевым графиком, в том смысле, что  $G$  является ориентированным графом без контуров, на линейно упорядоченную совокупность классов моделирует элементы структурного управления [5-8]. Приведем два примера.

Например, пусть граф  $G(Z, W)$  задает проект: последовательность выполнения некоторого комплекса работ. Пусть комплекс работ разбит на этапы их выполнения. Подрядчики приступают к выполнению работ, последовательно начиная и завершая определенный этап. Эффективность привлечения исполнителей на выполнение работ задана. Необходимо определить наиболее эффективное разбиение работ на этапы и последовательность привлечения подрядчиков к выполнению работ.

К рассматриваемой модели относятся задачи компоновки объекта (технического изделия, программы, природной среды), задаваемого частично упорядоченным графом по стандартизированным модулям. Например, рассмотрим геологическую задачу описания месторождения. Пусть по результатам бурения известна упорядоченная последовательность кернов, как в каждой отдельной скважине, так и между скважинами, определяемая по морфологическим признакам. Такая упорядоченность может задаваться графом  $G(Z, W)$ . Кроме это-

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

го, эксперты обычно задают эскизный вариант описания месторождения, где выделяют слои полезных ископаемых:  $R = (Z_1, Z_2, \dots, Z_L)$ . Соответствие каждого керна выделенным слоям задается величинами связи его с полезным ископаемым. Для точного описания месторождения и создания геоинформационной базы данных месторождения, необходимо решить задачу разделения графа  $G(Z, W)$  на геологические слои, при этом необходимо максимизировать функцию соответствия кернов полезным ископаемым.

##### 1. Постановка задачи.

Пусть  $Z$  – конечное множество упорядоченных объектов, то есть на  $Z$  задано отношение порядка  $\leq$ , удовлетворяющее следующим условиям:

- а) для любого  $z \in Z$   $z \leq z$ ;
- б) если  $z_1 \leq z_2$ ,  $z_2 \leq z_3$ , где  $z_1, z_2, z_3 \in Z$ , то  $z_1 \leq z_3$ ;
- в) если одновременно  $z_1 \leq z_2$  и  $z_2 \leq z_3$  ( $z_1, z_2 \in Z$ ), то  $z_1 = z_2$ .

Выражение  $z_1 < z_2$  будет означать, что  $z_1 \leq z_2$  и  $z_1 \neq z_2$ .

Разбиением  $R = (Z_1, Z_2, \dots, Z_n)$  упорядоченного множества  $Z$  на  $n$  классов назовем линейно упорядоченную совокупность подмножеств  $Z_k \in Z, k = 1, \dots, n$ , такую, что каждый объект  $Z_k \in Z$  принадлежит одному и только одному из классов  $Z_k$  и, кроме того, сохраняется отношение порядка, то есть из того, что  $z_1 \leq z_2$ , где  $z_1 \in Z_{k_1}$  и  $z_2 \in Z_{k_2}$ , следует, что  $k_1 \leq k_2$ .

Пусть на множестве  $Z$  задана вещественная векторная функция:

$$r(z) = (r_1(z), r_2(z), \dots, r_n(z)), \quad (1)$$

где  $r_k(z)$  – степень соответствия объекта  $z$  классу  $Z_k, k = 1, \dots, n$ .

Множество всех разбиений множества  $Z$  на  $n$  классов обозначим через  $I^n(Z)$ .

Рассмотрим задачу максимизации функционала

$$\hat{O}(R) = \sum_{k=1}^n \sum_{z \in Z_k} r_k(z) \quad (2)$$

на множестве  $I^n(Z)$ .

Для произвольного разбиения  $R^\gamma \in I^n(Z)$ , где  $\gamma$  – некоторый индекс или пробел, будем пользоваться следующими обозначениями:

$$\begin{aligned} R^{\tilde{\alpha}} &= (Z_1^{\tilde{\alpha}}, Z_2^{\tilde{\alpha}}, \dots, Z_n^{\tilde{\alpha}}); \\ \bar{Z}_k^{\tilde{\alpha}} &= Z \setminus Z_1^{\tilde{\alpha}} \setminus \dots \setminus Z_k^{\tilde{\alpha}}; \\ p^{\tilde{\alpha}}(z) &= r_i(z), \quad \forall z \in Z_i^{\tilde{\alpha}}. \end{aligned}$$

Используя последнее из этих обозначений, можно представить значение функционала (2) в виде

$$\hat{O}(R) = \sum_{z \in Z} p^{\hat{a}}(z). \quad (3)$$

В сетевой постановке рассматриваемая задача – это задача определения многослойной иерархии  $R = (Z_1, Z_2, \dots, Z_n)$  множества вершин частично упорядоченного графа  $G(Z, W)$ , при этом не нарушается упорядоченность вершин и ищется максимум следующего функционала (2).

2. Традиционный подход к решению задачи.

Если не учитывать сложившуюся структуру связей, задаваемую графом  $G$ , то очевидно, что максимум функционала (1) достигается на разбиении  $R^* = (Z_1^*, Z_2^*, \dots, Z_n^*)$ , которое определяется следующим образом:

$$Z_1^* = \{z \in Z : r_1(z) = \max_{\lambda} r_{\lambda}(z)\},$$

$$Z_{k+1}^* = \{z \in \bar{Z}_k^* : P_{k+1}(z) = \max_{\lambda > k} P_{\lambda}(z)\}, \quad \forall k = 1, 2, \dots, n-1,$$

где  $\bar{Z}_k^* = Z \setminus Z_1^* \setminus \dots \setminus Z_k^*$ .

Разбиение  $Z$  на многослойную иерархию, не нарушающую отношение порядка, задаваемое графом  $G$ , существенно усложняет решение поставленной задачи.

Пусть  $I^n(G)$  – множество всех разбиений графа  $G$  на многослойную иерархию вида  $R$ , тогда обозначим

$$f_n(Z) = \max_{R \in I^n(G)} \hat{O}_n(R).$$

Нетрудно видеть, что  $f_n(Z)$  удовлетворяет функциональному уравнению Беллмана:

$$f_n(Z) = \max_{X \subseteq Z; \Theta(X)=X} \left\{ \sum_{z \in X} P_n(z) + f_{n-1}(Z \setminus X) \right\},$$

Где  $\Theta(X)$  для произвольного подмножества  $X \subseteq Z$  есть множество вершин графа  $G$ , для которых существует путь из  $X$ .

При решении реальных задач определения структур, размерность графа  $G$  может быть большой. В этом случае процедура решения задачи методом динамического программирования становится не только неэффективной, но и невозможной. Таким образом, возникает необходимость разработки методов упорядоченного перебора вариантов решения, позволяющих сократить количество вычислительных операций.

3. Предлагаемая схема решения задачи.

Предлагается, упорядочить решения задачи  $I^n(Z)$  и затем пользоваться этой упорядоченностью, организовав некоторым образом упорядоченный перебор.

Введем во множестве  $I^n(Z)$  отношение порядка:

$$R^1 \leq R^2, \quad \forall R^1, R^2 \in I^n(Z),$$

если для  $k = 1, 2, \dots, n-1$   $\bar{Z}_k^1 \in \bar{Z}_k^2$ .

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

Отношение  $R^1 < R^2$ , будет означать, что  $R^1 \leq R^2$  и  $R^1 \neq R^2$ , то есть хотя бы для одного  $k$  -  $\bar{Z}_k^2 \setminus \bar{Z}_k^1 \neq \emptyset$ .

Всякое подмножество разбиений  $I \subseteq I^n(Z)$  имеет точную верхнюю и точную нижнюю границы, которые будем обозначать соответственно через  $\max I$  и  $\min I$ , то есть  $I^n(Z)$  является решеткой [9].

Пусть  $R^1 = \min I$ ,  $R^2 = \max I$ , тогда

$$\bar{Z}_k^1 = \bigcap_{R \in I} \bar{Z}_k, \bar{Z}_k^2 = \bigcap_{R \in I} \bar{Z}_k \quad (4)$$

Нетрудно показать, что

$$\bigcap_{R \in I} \bar{Z}_k \subseteq \bar{Z}_k^\lambda \subseteq \bigcup_{R \in I} \bar{Z}_k, \lambda=1, 2. \quad (5)$$

Очевидно также, что

$$\begin{aligned} \min I^n(Z) &= (Z, \emptyset, \dots, \emptyset) \\ \max I^n(Z) &= (\emptyset, \emptyset, \dots, Z) \end{aligned} \quad (6)$$

Множество всех оптимальных разбиений, максимизирующих (2) обозначим через  $I_0^n(Z)$ . Таким образом,

$$I_0^n(Z) = \left\{ R \in I^n(Z) : \hat{O}(R) = \max_{R' \in I^n(Z)} \hat{O}(R') \right\} \quad (7)$$

$I_0^n(Z)$  также является решеткой. Для этого достаточно доказать следующее утверждение [10].

*Утверждение 1.* При любых  $R^1, R^2 \in I^n(Z)$

$$\hat{O}(R^1) + \hat{O}(R^2) = \hat{O}(\min\{R^1, R^2\}) + \hat{O}(\max\{R^1, R^2\}). \quad (8)$$

Возьмем теперь произвольные  $R^1, R^2 \in I_0^n(Z)$ , так как  $R^1 \in R^2$  – оптимальные разбиения, то  $\hat{O}(\min\{R^1, R^2\}) \leq \hat{O}(R^1)$ ;  $\hat{O}(\max\{R^1, R^2\}) \geq \hat{O}(R^2)$ .

Откуда на основании (8) получаем, что

$$\hat{O}(\min\{R^1, R^2\}) = \hat{O}(\max\{R^1, R^2\}) = \hat{O}(R^1) = \hat{O}(R^2),$$

то есть

$$\begin{aligned} \min\{R^1, R^2\} &\in I_0^n(Z); \\ \max\{R^1, R^2\} &\in I_0^n(Z). \end{aligned} \quad (9)$$

Из (9) по индукции получаем, что точная нижняя и точная верхняя границы всякого непустого подмножества  $I \subseteq I_0^n(Z)$  также принадлежат  $I_0^n(Z)$ , то есть  $I_0^n(Z)$  является решеткой.

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

Обозначим через  $R^*$  точную нижнюю границу множества всех оптимальных разбиений, то есть

$$R^* = \min I_0^n(Z) \quad (10)$$

Будем искать оптимальное разбиение  $R^*$  по следующей схеме:

(C1) в качестве начального приближения выбираем разбиение  $R^{(0)} \in I^n(Z)$  такое, что

$$R^* \leq R^{(0)}; \quad (11)$$

(C2) определим оператор перехода  $A$ , преобразующий всякое разбиение  $R \in I^n(Z)$ , удовлетворяющее неравенству  $R^* \leq R$ , в разбиение  $A(R) \in I^n(Z)$  такое, что

$$R^* \leq A(R) \leq R, \quad (12)$$

Причем, если

$$R^* < R, \text{ то } A(R) < R; \quad (13)$$

(C3) применяя оператор  $A$  последовательно к  $R^{(0)}, R^{(1)} = A(R^{(0)}), R^{(2)} = A(R^{(1)}) \dots$  за конечное число итераций, так как множество  $I^n(Z)$  конечно и выполняется условие (7), получим разбиение  $R^*$ ; при этом условием оптимальности разбиения  $R$  является равенство

$$A(R) = R. \quad (14)$$

Чтобы описать оператор  $A$ , предлагается вводить понятие «минимальная вариация» разбиения  $R$  [10]. Вначале для произвольного подмножества объектов  $Q \subseteq Z$  определим множество предшествующих объектов

$$\pi(Q) = \{z \in Z : (\exists z_0 \in Q) z \leq z_0\}.$$

Если задано некоторое разбиение  $R^{\bar{a}} \in I^n(Z)$ , то будем рассматривать также множества  $\pi_k^{\gamma}(Q) = \pi(Q) \cap \overline{Z_k^{\gamma}}$  для  $k = 1, 2, \dots, n-1$ .

Можно показать, что преобразование вида

$$Z'_i = Z_i^{\bar{a}}, \quad i = 1, \dots, k-1,$$

$$Z'_k = Z_k^{\bar{a}} \cup \delta_k^{\bar{a}}(Q),$$

$$Z'_i = Z_i^{\gamma} \setminus \pi_k^{\gamma}(Q), \quad i = k+1, \dots, n. \quad (14)$$

разбиения  $R^{\bar{a}} = (Z_1^{\bar{a}}, \dots, Z_k^{\bar{a}})$  не выводит его из множества  $I^n(Z)$ , то есть  $R' \in I^n(Z)$ . При этом переход от разбиения  $R$  к разбиению  $R'$  влечет изменение значения функционала  $\Phi(R)$  на величину

$$\ddot{A}_k^{\bar{a}}(Q) = \sum_{z \in \delta_k^{\bar{a}}(Q)} (r_k(z) - p^{\bar{a}}(z)), \quad (15)$$

то есть

$$\hat{O}(R') = \hat{O}(R^{\bar{a}}) + \ddot{A}_k^{\bar{a}}(Q). \quad (16)$$

Заметим также, что при преобразовании (14) вновь полученное разбиение удовлетворяет соотношению  $R' \leq R^{\bar{a}}$ .

Обозначим через  $I^n(Z; Z_1)$  множество всех разбиений с фиксированным классом  $Z_1$ . Условно-оптимальным разбиением назовем разбиение  $R \in I^n(Z; Z_1)$  такое, что

$$\Phi(R) = \max_{R' \in I^n(Z)} \Phi(R'). \quad (17)$$

Множество всех условно-оптимальных разбиений при фиксированном слое  $Z_1$  обозначим через  $I_0^n(Z; Z_1)$ , а минимальный элемент этого множества –  $R^*(Z_1)$ .

Для реализации приведенной алгоритмической схемы (C1) – (C3) рассматривается метод минимальных вариаций условно-оптимальных иерархий  $R^*(Z_1)$ , оптимизирующих функционал (1) при фиксированном слое  $Z_1$ . Рассмотрим основные свойства множества  $I^L(G)$ , используемые в данном методе. Показано [10], что для того, чтобы  $R^*$  оставалась "не выше" условно-оптимальной иерархии:  $R^* \leq R^*(Z_1)$ , необходимо и достаточно, чтобы  $Z_1 \subseteq Z_1^*$ . Это позволяет строить вариации для наращивания слоя  $Z_1$  оставаясь «не выше» оптимальных иерархий. Действительно, среди множества  $V(Z_1)$  допустимых вариаций слоя  $Z_1$  иерархии  $R^*(Z_1)$ , то есть таких  $X \in V(Z_1)$ , что  $R^* \leq R^*(Z_1 \cup X) \leq R^*(Z_1)$ , будем выбирать вариацию  $X'$ , для которой функционал (1) возрастает:

$$\hat{O}(R(Z_1 \cup X')) > \hat{O}(R^*(Z_1))$$

причем, не на одном подмножестве  $X'$  это соотношение не выполняется (в этом смысле вариация  $X'$  называется минимальной). С учетом введенных понятий оператор  $A$  можно определить следующим образом:

$$A(R^k) = \begin{cases} R^k, & \text{если } V(Z_1^k) \text{ не содержит } X' \\ R^*(Z_1^k \cup X'), & \text{если } X' \in V(Z_1^k) \end{cases}$$

Следует отметить, что для повышения эффективности алгоритма при формировании  $X'$  необходимо использовать специфику рассматриваемой задачи классификации. С использованием данного алгоритма были решены задачи пространственного описания крупных месторождений полезных ископаемых [11].

Очевидно, что ввиду направленного упорядоченного перебора точек пространства решений задачи, предлагаемая схема решения является эффективной.



СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Дорофеюк А. А. Алгоритмы автоматической классификации (обзор). //Автоматика и телемеханика. – 2001. – № 12. – с. 78–113.
- 2 Загоруйко Н.Г. Прикладные методы анализа данных и знаний. – Новосибирск, ИМ им.С.Л. Соболева, 2009. – 268 с.
- 3 Бородкин С.М. Оптимальная группировка взаимосвязанных упорядоченных объектов. //Автоматика и телемеханика. – 2006. – №2. – с.165–172.
- 4 Миркин Б. Г. Дискретные задачи классификации взаимосвязанных объектов (обзор). // В сб. «Вопросы анализа сложных систем». – Новосибирск: Наука, 1974. – с. 67–77.
- 5 Бурков В.Н., Ириков В.А. Модели и методы управления организационными системами. — М.: Наука, 2004. – 325с.
- 6 Новиков Д.А. Сетевые структуры и организационные системы. – М.: ИПУ РАН, 2003. – 102 с.
- 7 Новиков Д.А. Управление проектами: организационные механизмы. – М.: ПМСОФТ, 2007. – 144с.
- 8 Бурков В.Н., Коргин Н.А., Новиков Д.А. Введение в теорию управления организационными системами / Под ред.чл.–корр. РАН Д.А. Новикова. – М.: Либроком, 2009. – 264 с.
- 9 Акилов Г.П., Кутателадзе С.С. Упорядоченные векторные пространства. Новосибирск: Наука, 2008. – 368с.
- 10 Яворский В.В. Методы структурного моделирования многоуровневых организационных систем. – М.: Энергоатомиздат, 2002. – 168 с.
- 11 Боярский Э.Ф., Рогозов В.В. Цифровое моделирование угольных пластов: монография. – М.: Недра, 2012. – 129 с.

В.В. Яворский, И.И. Крупенькин

**Оңтайлы иерархияны міндеттерін анықтау**

**Аңдатпа.** Мақалада кластардың қатарлы реттелген жиынтығы, жүйелі график деп аталатын бөлініп–реттелген граф  $G(Z, W)$  бөлудің міндеттері қаралған. Стандартталған үлгі бойынша бөлшектеп реттелген графпен берілген, қаралған үлгіге қатысты объектіні қиыстыру міндеттері. Бұндай мәселені шешу үшін топтаудың сапасын білдіретін, функционалдың маңызды экстремумын іздестірудің эвристикалық алгоритмі пайдаланады. Кеңістіктегі міндеттерді шешу зерттелген, шешімнің пайдалы нобайы берілген.

**Түйін сөздер.** Бөлшекті - реттелген граф, жүйелі график, жүйелендіру, иерархия, шартты-оңтайлы бөлу, кеңістіктегі нүктелерді ретсіз артықтығы, жұмысты кезеңдерге бөлу.

V.V. Yavorskiy, I.I. Krupenkin

**Solving the task of determining the optimal hierarchy**

**Abstract.** In this paper we consider the problem of the partition of partially ordered graph  $G(Z, W)$ , which is commonly referred to as the network schedule in the linearly ordered set of classes. To apply the model of the object layout problems (technical products, programs, natural environment) given partially ordered graph on standardized modules. To solve such problems are widely used heuristic search global extremum of a functional expressing the quality of the classification. We study the space of solutions proposed effective scheme solutions.

**Key words:** partially ordered graph, network schedule, organize, hierarchy, conditionally optimal partition, orderly enumeration of points in space, splitting the work into stages.

UDC 378.147:004.942

V.V. YAVORSKIY, A.O. SERGEYEVA, N.V. BAIDIKOVA, V.P. KIM  
(Karaganda State Industrial University, Temirtau, Kazakhstan)

**STUDY OF THE ENTERPRISE INFRASTRUCTURE BASED ON THE INDUSTRIAL GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM**

**Annotation.** The work is dedicated to exploring the possibilities of studying the production and business processes of actually existing enterprises on the basis of industrial geographic information systems. The use of GIS will allow virtually create the situation as close to the industry as possible, at the same time without the need for actual exercises and training in the workplace. The main functions and GIS subsystems, form of organization of training are considered. The organization of educational process by the blended form on the basis of industrial geoinformation system with design methods of teaching can become the basis for the organization of the business incubator.

**Key words:** geographic information system, network engineering, infrastructure, production, certification of objects of networks and equipment, the mixed form of training, business incubator.

The key to the successful development of industry in Kazakhstan are qualified with skills experts in various fields of activity. For this it is necessary that the educational process combines theoretical and practical components, the latter must be based on a study of the production and business processes actually existing enterprises. The current study of enterprises occurs usually within industrial practice. However, this is not enough student was ready to start work at the enterprise to the end of a university [1].

To study the infrastructure, it is desirable to provide access to the company future employees. But as a rule, outsiders and untrained persons are not allowed on a modern automated production..

How to organize the learning process, directly observing and controlling process parameters. How to enrich the practical content of the educational process in the classroom? How can we target a particular professional production and the company?

To solve the problem of studying the enterprise infrastructure without the need for physical presence in the manufacturing industry geographic information systems can be used.

Production Geographic Information Systems (PGIS) are, above all, to describe the engineering infrastructure of the enterprise.

Such infrastructure includes visual, geometric and attributive description of the technological processes, engineering and transport networks, the main logistics bases, etc. Full details of these facilities are essential for the sustainable functioning of the company, its development as well as monitoring, repairs and liquidation of emergency situations.

All of this allows for the production of the enterprise geographic information system, is it allows us to study its infrastructure without the need for direct presence in the enterprise.

The main functions of the enterprise information system:

- graphical representation of utility networks (in vector form);
- full certification of all objects of networks and equipment;
- obtain information and generation of reports of engineering networks;
- coordination of works on repair and reconstruction of engineering networks between the various services of the enterprise;
- information support dispatching services;
- support retrospective analysis of damage and marriages;
- hydraulic calculations of consumers;
- modeling of switching;
- localization of emergency areas, etc.

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

Production enterprise information system includes [2]:

1. Software Web-GIS server.
2. Software Web-GIS - client.
3. Storage space-time data.
4. Information Security software.
5. Data Mining software.
6. Software of workflow electronic master plan.

Geographic information system of the enterprise may also store the settings of various production facilities, which can also be used in the educational process. In the lectures schemes and plans implemented in the geographic information system, can be used as visual aids instead of the usual presentation. Particular attention should be paid to practical exercises and independent work of the student with the teacher. In these classes various situations and solving problems in the monitoring and maintenance of the technological processes of the enterprise can be simulated on the basis of the production of GIS, carrying out repair work without affecting the quality and quantity of production, elimination of the consequences of possible emergencies. The use of GIS will allow the industry to virtually create a situation as close as possible, at the same time without the need for actual exercises and training in the workplace.

Given the trends in the development of forms and technologies of teaching, the most appropriate form of organization of educational process in this case is a blended form of education (BFE). It involves a combination of classroom and independent work of the student. Blended learning can use a variety of learning styles used in the classroom. To reach every student, teacher, in general, is to apply a mixture of teaching methods such as lectures, active learning, demonstrations and games. Blended form of training makes it possible by distance learning material to balance the level of basic knowledge of the participants (after self-study students of material in electronic form to create a common knowledge base and to speak the same language). Blended learning allows you to add variety in the choice of forms of training organization (this can be face to face meetings, consultations by phone, email, web cams, chat in chat rooms and blogs, etc.). Such an organization of the educational process allows you to select a comfortable pace, time and place to study (listed advantages of blended learning inherited from the distance, allowing the listener to independently control the volume and speed of the study material, to choose the most convenient place and time of training).

The organization of educational process by blended form on the basis of industrial geoinformation system with design methods of teaching can become the basis for the organization of the business incubator. For example, you can consider the possibility of increasing the efficiency of existing production process, the introduction of new technology and equipment and to simulate all this on the basis of PGIS.

The basis for the self-study materials are e-learning tools (EOS). They should be developed on the basis of geographic information system engineering, show as reflected in its processes and how to modify and measure their parameters. Educational Portal is a means of communication between the students themselves and students with teachers. Educational portal, in addition to learning resources, also stores personal information about the student and includes an interactive environment assessment and analysis of educational achievement, which allows you to control the process of studying the material the student. This environment will allow to store all completed student work in order to analyze the quality of its training and supervision of the educational process.

In the case of PGIS using problems of formation of educational information easier to solve. PGIS itself can act both as an educational resource, and as a medium for transmission. Connectivity with a real company attaches special value for PGIS. Necessary when blended form of learning is an active productive practices: design method of training in a group, business games, self-monitoring systems and test control of educational achievements. We need to develop and test electronic didactic ensure sufficient milking self-study course.

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

Although the proposed automation of the educational process and the role of self-Learning material guarantor of the success of the use of mixed forms of learning and modern innovative technologies in the educational process in the first place it is the teacher.

Obviously, with the rapid development of technology and the complexity of the teacher work on the development of courses is much more complicated. The main task, which is delivered to researchers to date in this direction - a methodological and adaptation and promotion, the widespread use of information and communication technologies in education.

Thus, the blended learning - it is the technology that allows you to implement the production GIS system as part of the learning process. Active use of PGIS, an educational portal and networking technologies (forums, on-line training and testing) allows you to combine training with scientific research and practical work in the corporate business incubator.

Benefits of BFE is [3]:

- improving the efficiency of teachers;
- improve the quality of students' studying;
- provision of learning mobility;
- increasing interest in higher education;
- selection of independent work of students as the main form of professional activity.

Of course, in the development of the educational system should focus on the international experience. But it should enrich its innovative achievements, which are available in our educational system. The advantages of using industrial production of geographic information systems in large enterprises are obvious.

#### **LIST OF USED RESOURCES**

1 Ibatov M.K., Yavorskiy V.V. Using the engineer geoinformation systems for learning. //International journal of experimental education. – 2014. – №5. – p.108 – 111.

2 Ekhlakov Yu.P., Yavorskiy V.V., Sergeyeva A.O. Principles of formation of the production of geographic information system of the enterprise. //Bulletin of the Karaganda State Industrial University. – 2015. - №2 (9). – p. 91 – 95.

3 Yavorskiy V.V., Lesheva L.N., Sergeyeva A.O., Poshanov R.T. The implementation of blended learning model using geographic information systems engineering. //Modern education: practice-oriented technology training engineers: mater. internat. scient.-method. conf. – Tomsk, TSUCSR, 2015. – p. 170 – 172.

В.В. Яворский, А.О. Сергеева, Н.В. Байдикова, В.П. Ким

**Өндірістік геоақпараттық жүйенің базасында кәсіпорынның инфрақұрылымын оқу**

**Аңдатпа.** Жұмыс өндірістік геоақпараттық жүйенің базасында нақты жұмыс істейтін кәсіпорындардың өндірістік және бизнес-процестері оқудың мүмкіндіктерін зерттеуге арналған. Өндірістегі ГАЗ қолдану, өндірістегі шынайы оқу мен жаттығуларды өткізусіз, максималды жақын, виртуалды жағдайды құруға пайдалы. ГАЗ жүйешелері мен негізгі атқаратын жұмысы көрсетілген, оқуды ұйымдастырудың формасы қаралған. Оқудың жобалық әдістерін пайдаланып, өндірістік геоақпаратты жүйенің базасында аралас оқу түрімен оқу процесін ұйымдастыру, бизнес-инкубаторды ұйымдастыру базасы болуы мүмкін..

**Түйін сөздер:** геоақпараттық жүйе, инженерлік желілер, инфрақұрылым, өндіріс, құрал-жабдықтар мен желі объектілерін құжаттандыру, оқудың аралас түрі, бизнес-инкубатор.

В.В. Яворский, А.О. Сергеева, Н.В. Байдикова, В.П. Ким

**Изучение инфраструктуры предприятия на базе промышленной геоинформационной системы**

**Аннотация.** Работа посвящена исследованию возможностей изучения производственных и бизнес-процессов реально действующих предприятий на базе промышленные геоинформационные системы. Использование промышленной ГИС позволит виртуально создать ситуации, максимально приближенные, при этом без необходимости проведения реальных учений и занятий на производстве. Представлены основные функции и подсистемы ГИС, рассмотрена форма организации обучения. Организация учебного процесса по смешанной форме на базе промышленной геоинформационной системы с применением проектных методов обучения может стать базой для организации бизнес-инкубатора.

**Ключевые слова:** геоинформационная система, инженерные сети, инфраструктура, производство, паспортизация объектов сетей и оборудования, смешанная форма обучения, бизнес-инкубатор.

UDC 378.1: 004.75

V.V. YAVORSKIY, A.O. SERGEYEVA, S.F. ATIGAEV, V.P. KIM  
(Karaganda State Industrial University, Temirtau, Kazakhstan)

**LEARNING ON THE BASIS OF THE TELECOMMUNICATION SYSTEM  
OF THE SITUATIONAL CENTER**

**Abstract.** The article discusses the possibility of using an interactive geographic information system for training specialists in disaster management. Interactive GIS provides a wide variety of transaction processing digital maps, remote sensing data, terrain models, and others. We consider an interactive GIS functions, as well as its major functional subsystems. It is also considered the possibility of using such a system as an experimental platform for the organization of the exercise.

**Key words:** interactive geographic information system, telecommunications, remote sensing, data mapping, integrated data analysis, elimination of emergency

To ensure the safety of life and protection from emergency situations (ES) important is forecasting emergency situations and their consequences. To predict it is needed to carry out their modeling. Currently, there are many different methods for calculating the consequences of accidents (natural and manmade).

Obviously, disaster simulation should be carried out with reference to a particular territory – city, district, region. This can be realized by using an interactive geographic information system (GIS).

Interactive GIS provides a wide variety of transaction processing digital maps, remote sensing data, terrain models, and others. However, it is impossible to provide all of the functions to work with spatial data needed for fine-tuning the system for a specific task. In an interactive GIS this problem is solved by including in the pack as many features. Interactive GIS use approach to a limited number of command processing spatial information, well specified and optimized for speed of access and processing of geodata, added language features that allow you to create custom applications and thus adapt the GIS to specific production conditions. An important property of an interactive GIS lies in the fact that this system is capable of processing together very diverse information. This ability of GIS is caused by the fact that as the public key of the data sets they use geographical (spatial) position. Thus, input data for an interactive geographic information system data are space monitoring - remote sensing, aerial photography and video surveillance, as well as data from the alert system sensors. Further, this information is integrated and linked to a geographic information system based on an electronic map. Integration is carried out on the basis of the received data format conversion. On the basis of these data is carried out modeling and visualization of stored information. Interactive GIS should be organized as a knowledge management system that would not only store data on the observed territory, but also to carry out their analysis, as well as to organize a "dialogue" with the user. For the formation of an interactive GIS use [1]:

- basic digital terrain model;
- digital thematic and special maps;
- remote sensing data, including aero - and space images in a digital format;
- thematic data;
- metadata.

Since the process of obtaining space information has a multi-structure, before the information is used, you should define the processing levels that have been satellite imagery. Depending on the level of processing need to clearly understand the properties and content of the data provided for the organization of technological processes of extraction from them necessary information.

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

Production and processing of data for GIS - the most important and time-consuming step of creating similar information systems. Currently, the most promising and cost-effective is the method of obtaining data about the objects on the basis of remote sensing data (ERS) and the GPS-measurements.

In a broad sense, remote sensing - a non-contact methods of obtaining any information on the Earth's surface, on it or objects in its interior. Traditionally, remote sensing data include only those methods that allow you to get out of space or aerial image the Earth's surface in any parts of the electromagnetic spectrum [2].

The use of remote sensing is the most effective method to obtain spatial information about objects. Remote sensing data have a high degree of reliability, visibility, and the costs of obtaining information on the desired area below the cost of land works.

Basic interactive GIS modules are grouped into functional subsystems [2]:

1. Data management subsystem allows you to enter into an interactive GIS data necessary to carry out an adjustment and regulation. Data entry subsystem includes:

- data import and export module, including net (packet formats Surfer, a number of text formats), vector and raster images;
- network parameters change module - the size, angle, pitch;
- means spatial reference geoimages (cosmo-aerial);
- vector graphics editor for vectorization geoimages.

2. Tools data pre-processing subsystems allow to prepare noisy or incomplete data for further processing and analysis, and allocate the necessary components of the original data and manipulate them. The subsystem comprises [3]:

- graphic and matrix editors;
- manipulation module layers (rationing, filling in the missing pixels, duplication, creating a mosaic);
- filtering module using masks;
- geoimages processing module that implements the operation can change the brightness, contrast, inversion, sharply contrast elimination of man-made objects.

3. Lineament analysis subsystem allows to solve the problem of monitoring and predicting disaster. The subsystem comprises:

- pre-processing module and filtering data aerospace;
- module segmentation and allocation of brightness boundaries on aerial and satellite images;

The essence of interactive GIS task is to predict the probability of a disaster and, if possible, prevent them, and in case of accidents or natural disasters - to plan the work in the aftermath so as to minimize the damage caused by them [4].

If there is a possibility of access to spatial data from a program, you can create any additional functions to work with this data. For many GIS are free and commercial libraries such additional functions to adapt to the practical problems of GIS.

GIS product developers should allow most simple, does not required special knowledge user mode with spatial information. The technology integrated data analysis, implemented in an interactive GIS allows us to solve a wide range of tasks: forecasting and decision-making in the formulation forecast-search tasks, monitoring and forecast of natural and technogenic character. Functionally, interactive GIS based on object recognition methods, image processing, geostatistics, spatial analysis, and implements the principle of solving problems through multivariate simulation. Implemented in an interactive GIS technology provides a pre-processing of satellite images: the creation of a mosaic, object recognition, the calculation of the area, etc..

Built-in means of interactive GIS can perform the following tasks [5]:

- creation and maintenance of spatial databases, multivariate data visualization;
- mapping of objects and phenomena;
- assessment of man-made hazards;

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

- detection and forecasting of man-made disasters (analysis of satellite images)

Using an interactive GIS makes it possible to use the results of the work in numerous procedures, classification, recognition, ranking natural and man-made emergencies and makes it a powerful tool for the analysis of remote sensing data. Of course, the key to successful prevention and liquidation of emergency situations, with minimal losses, is not only full information provision, but also coordinated and efficient work of professionals. It is suitable for the training of specialists in the field of health and safety to use a functioning interactive geographic information system, including its features and capabilities of an emergency simulation [6]. Thus, future professionals can work with the operating system, learn the principles, methods and technologies of information support interactive geographic information system, to explore different scenarios of measures to eliminate and prevent emergencies.

It can be used as an experimental platform for the organization of exercises interactive geographic information system for existing staff emergency liquidation services. In addition, the introduction of a variety of monitoring and warning systems also require training of dispatchers situation center work with them. Organization of training on the basis of an interactive geographic information system will allow both to explore new technologies and train responsiveness to changing the state of the media personnel in the danger zone.

### **LIST OF USER RESOURCES**

1 Yavorskiy V.V., Aziev E.A., Sergeyeva A.O. Information support interactive information emergency analysis system. // Procesings of the VII intern. scientific–practical conference «Scientific and technological progress in the industry». – Temirtau: KSIU, 2013. – Т.1, – p.41 – 43.

2 Yavorskiy V.V., Sergeyeva A.O. Formation of information provision of telecommunication system of prevention and liquidation of emergency situations. // Bulletin of the Karaganda State Industrial University. – 2015. – №1 (8). – p. 67 – 71.

3 Yavorskiy V.V., Kan S.V., Sergeyeva A.O. Management situational center on the basis of a distributed telecommunications system. //Bulletin of the Karaganda State Industrial University. – 2015. – №1 (8). – p. 71–75.

4 Yavorskiy V.V., Kayupov R.T. Telecommunication system for situational center. //Cooperation between science and business: problems and prospects: mater. of III Republic scient.c–prac.l conference of young scientists and students. – Ust–Kamenogorsk: EKSU after S.Amanzholov, 2013. – p.100–101.

5 Kontuzorov F.F., Petrov D.V. Classification and brief description of the emergency. Basics of population and territories from emergency situations of technogenic, natural and ecological character: Textbook. – SPb: SPbSU ITMO, 2008. – 83 p.

6 Yazikov E.G., Shatilov A.Yu. Environmental monitoring. Textbook for high schools. – Tomsk: TSU, 2003. – 336 p.

В.В. Яворский, А.О. Сергеева, С.Ф. Атигаев, В.П. Ким

### **Жағдайлық орталықтың телекоммуникациялық жүйесінің базасында оқу**

**Аңдатпа.** Мақалада төтенше жағдайды жою үшін мамандарды оқытатын интерактивті геоақпаратты жүйені пайдалану мүмкіндіктері қаралған. Интерактивті ГАЖ дистанциялық зондтаудың деректерімен, рельеф үлгілерімен, цифрлы карталарды өңдеудің көптеген түрлі операцияларымен және т.б. қамтамасыздандырады. Оның негізгі функционалды жүйешелері, интерактивті ГАЖ жұмысы қаралған. Сондай-ақ бұндай жүйені пайдалану мүмкіндіктері оқуды ұйымдастыруда эксперименталды аудан ретінде де қолдануға болады.

**Түйін сөздер:** интерактивті геоақпаратты жүйе, телекоммуникациялар, дистанциялық зондтау, деректер, картографтау, интеграцияланған деретер талдауы, төтенше жағдайды жою



В.В. Яворский, А.О. Сергеева, С.Ф. Атигаев, В.П. Ким

**Обучение на базе телекоммуникационной системы ситуационного центра**

**Аннотация.** В статье рассмотрены возможности применения интерактивной геоинформационной системы для обучения специалистов по ликвидации чрезвычайных ситуаций. Интерактивная ГИС обеспечивает множество разнообразных операций обработки цифровых карт, данных дистанционного зондирования, моделей рельефа и др. В работе рассмотрены функции интерактивной ГИС, а также ее основные функциональные подсистемы. Также рассмотрены возможности использования такой системы как экспериментальной площадки для организации учений.

**Ключевые слова:** интерактивная геоинформационная система, телекоммуникации, дистанционное зондирование, данные, картографирование, интегрированный анализ данных, ликвидация чрезвычайной ситуации.

УДК 747.31.861

А.Е. МАДЕНОВА, Э.Б. ЖУМАБЕКОВА  
(Қарағанды мемлекеттік индустриялық университеті, Теміртау қ., Қазақстан)

### ЭЛЕКТРОНДЫ ОҚУЛЫҚ – ОҚУ ӘДЕБИЕТІНДЕГІ ЖАҢА ЖАНР

**Аңдатпа.** Мақалада соңғы кездегі электрондық оқулықтарды жасау тақырыбының мемлекет деңгейінде талап етілуі және кеңінен талқылануы жайлы баяндалған. Қазіргі кездегі білім беру жүйесі, ақпараттық технологияларды және компьютерлік телекоммуникацияны белсене пайдаланудың алғышарттары мен нәтижелері айқындалған. Өздігінен білім алу мақсатымен және қашықтықтан білім берудің құрамды бөлігі ретінде электрондық оқулықтарды тиімді пайдалану мен оларды сапалы етіп құрастыру мәселесі қарастырылған. Электрондық оқулық басылымдарын - ғылыми - практикалық білім облыстарына лайықты жүйеге келтірілген материалдар болуы студенттермен және оқушы осы облыстағы біліммен, іскерліктермен, дағдылармен творчестволық және белсенді меңгеру камсыздандыру суреттеледі. ЭОБ жоғары дәрежелі көркем дайындаумен орындалуы, толық ақпараттанулық, әдістемелік инструментарий сапасымен, техникалық орындалу сапасымен, көрнектілікпен, қисындығымен және баяндау жүйелілігімен жоғары дәрежеде орындау үшін ұсыныстар келтірілген.

**Түйін сөздер:** жоғарғы білім беру, алшақтан білім беру, білім берудің ақпараттық технологиялары, инновациялық әдістер, оқу құралы, гипермәтін, интелектауалдық түйін, мультимедиа, оқулық, электронды оқулық, оқу-әдістемелік кешен.

Ғылым мен техниканың даму кезінде «ақпараттандыру», «білім беруді ақпараттандыру» деген сөз тіркестері біздің сөздік қорымызға еніп кетті. Олай болса, қоғамды ақпараттандыру дегеніміз – ғылыми техникалық прогресс жетістіктерінің күнделікті тұрмысқа ауқымды енуінің нәтижесі, яғни адам өміріне іс - әрекеттің интеллектуалды түрлерінің жан - жақты әсер етуі мен рөлінің жоғарлауына байланысты объективті үрдіс. Білім берудің кез - келген саласында «Электрондық курстарды» пайдалану студенттердің танымдық белсенділігін арттырып қана қоймай, логикалық ойлау жүйесін қалыптастыруға, шығармашылық пен еңбек етуіне жағдай жасайды.

Оқулық (О)- бұл оқу бағдарламаға және мемлекеттік стандартқа лайықты, оқу пәні оның бөлімінің жүйелендірілген оқулық басылымы. Электрондық оқулық (ЭО)- мемлекеттік білім стандарт және сәйкес пәндерден құралған мамандықтар мамандықтармен бағыттарға жоғары ғылыми және әдістемелік деңгейде жасалған негізгі ЭОБ.

Оқу құралы (ОҚ) – бұл, жарым-жарты немесе толық ауыстыратын немесе оқулық толықтырушы және ресми бекітілген басылым. Электрондық оқулық құралы(ЭОҚ) – бұл жарым-жарты немесе толық ауыстыратын немесе оқулық толықтырушы және ресми бекітілген электрондық басылым.

Гипермәтін – бұл бір фрагменттен екінші фрагментке шапшаң өтуге мүмкіндік беретін тармақты жүйемен жабдықталған байланысы бар және электрондық түрде берілген мәтін.

Интелектауалдық түйін (ИТ) – математикалық операцияның сандық және символдық формаларда іске асырушы бағдарламалардың арнайы кешені. Компьютерлік түсіндіру – сұраққа «ия» және «жоқ» индукция ойша пайымдаулар және ұғымдардың құруы жолымен көрнектілік қолданатын түсіндіру. Компьютерлік шешім – қарапайым және табиғи аса үлкен, есептеулердің және өзгертулер сонша талап етілгенде компьютер көмегін қолданатын шешім [1]. Көзбен шолушылық – суреттердің, графиктердің және анимация арқасында көрнекті формаға ұсыну.

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

Оқу мекемесінің компьютерлік сыныбында немесе жатақханада оқушы дербес жұмысы үшін сонымен қатар үйдегі арнайы компьютермен компьютерлік пакеттердің (электрондық оқулық, құралдардың, тренажерлердің, тестерлердің және т.б.) жасау мамандандырылған дәрісханалар компьютерлік ортаны шарты жанында қазіргі білім реформасы.

Электрондық оқулық (ЭО) – электрондық оқулық басылымы (ЭОБ) және электрондық басылым (ЭБ) ресми анықтамаларынан негізделген ЭО ұғымға кеңейту және айқындау қажет.

Электрондық оқулық (тіпті ең жақсы) кітаптың орнын ауыстырмайды және ауыстырмауы тиіс. Әдеби туындыларды экранизациялау басқа жанраға жатады, дәл осылай электрондық оқулықта тағайындау туындыларының жетілген жаңа жанрына жатады. Электрондық оқулық барысы оқулар және әдеттегі оқулық зерттеуінің тек қана емес тиісті емес ауыстыру (барлық оқиғаларда біз кез келген жанр жақсы үлгілерін түсінеміз), ал карама-қарсы, кітаптың артынан кірісу оқушыны түрткі болу.

Электрондық оқулық жасауына арналған нақ сондықтан жақсы оқулық жеткіліктісіз алу, навигациямен оның жабдықтау (гипермәтінді жасау) және бай көрнекті материалмен (құрал мультимедиясымен қоса) және компьютер экранында іске асыру. Электрондық оқулық суреттермен мәтінге емес, анықтамаға айналдырылмауы керек.

Электрондық оқулық түсіну және есте сақтауды жеңілдетуге барынша көп тиісті (және де белсенді) маңызды ұғымдардың, бекітулердің және үлгілер ең, басқа оқу процесіне қатыстыра, әдеттегі оқулық, адамдық борыш мүмкіншіліктері болғанмен, сонымен қатар, есту және қызу жад, сонымен қатар компьютерлік түсіндірулер қолдана алады.

– Көрнекілік принциптер: әрбір тарау жаңа түсініктерді есте сақтау мен түсінуін жеңілдету үшін визуация мен текстен кадр коллекцияларынан құралатыны болу керек;

– тармақталу принципі: қолданушының кез келген тарауға өту таңдауы үшін әрбір тарауда басқа тараулармен гипермәтінді сілтемелерімен байланысуы керек;

– қалыптастыру принципі: студент өздігінен кадрлар ауысымын басқарады, экранға кез келген мысал санын шақырту мүмкіндіктері болады. Оқытушы есептің деңгейіне байланысты белгіленген есептердің шешу. Сонымен қатар белгіленген күрделі деңгейіне байланысты бақылау сұрақтарына жауап беру;

– үйренісу принципі: электрондық оқулық қолданушының оқу барысында үйреніп жатқан материал күрделілігі мен тереңдігін меңгеруін үйрету;

– комплекстік демеу принципі: кез келген уақытта қолданушы көп есеп шығару мен көптеген мысалдарды қарастыру, үйреніп жатқан материалдарға зейін қойғызуға комплекстік демеу алу керек. Компьютер тек қана ірі өзгерістер, әртүрлі есептелер мен графиктер құрастыру ғана емес, кез келген күрделі деңгейдегі математикалық операцияларны шығарады;

– жинақтылық принципі: электрондық оқулықты жаңа тармақталған тақырыптарды қосуға және кеңейту жолымен қатар әр пән бойынша электрондық кітапхана құрастыру және студенттің оқытушылық және зерттеушінің жеке электрондық біріккен электрондық кешенге сыйғызуға мүмкіндік беретіндей форматта орындалуы керек.

Қорытындылай келгенде біз электрондық оқулық кімге және не үшін керек? – сұрағына жауап береміз.

Электрондық оқулық күндізгі бөлімде оқитындардың өзіндік жұмысына керек, өйткені:

– Әдебиет оқулығына қарғанда үйренетін материалды түсінуге жеңілдетеді;

– қолданушының дайындау деңгейіне интелетуальдық мүмкіндігіне сәйкес үйренісу жүргізіледі;

– көп есептерді шешу мен көп мысалдарды қарастыруға мүмкіндік беру арқылы үлкен есептеулер мен өзгерістерден босатады;

– барлық кезеңдегі жұмыстағы өзіндік тексерулерді кеңінен мүмкіндігі қамтамасыздау;

– шексіз түсіндіру мүмкіндігін шыдамды ұстаз ролін атқарады;

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

– оқулық студентке керек, өйткені онсыз сапалы және жан жақты білім мен біліктілікті берілген пәннен ала алмайды;

– электрондық оқулық арнайыландырған аудиторияларда практикалық сабаққа пайдалы;

– көптеген есептерді шешу үшін компьютерді пайдалануға мүмкіндік береді, алынған шешім анализіне және оның графикасынамен интерпритация үшін уақыт босайды;

– оқытушыға өзіндік жұмыс ретінде компьютердесабақты жүргізу мүмкіндік;

– оқытушыға компьютер көмегімен бақылау жұмысының күрделілік деңгейінен және мазмұнның тарау арқылы студенттің білімін тиімді және тез бақылауға мүмкіндік;

– электрондық оқулық оқытушы үшін ыңғайлы;

– көлемі жағынан аз, бірақ мазмұны бойынша бірқанша түсінікті лекция мен практикалық сабақта материалды өз көзқарасы бойыншаалып, қалғанын сабақтан тыс лекцияларды ЭО-пен өзіндік жұмыс істеуге мүмкіндік береді;

– Бақылау жұмысы мен типтік есептеулер үй жұмысын тексерулерден босату;

– Студенттермен жеклендірілген жұмыс істеу мүмкнідік әсіресе, үй жұмысы мен бақылау шаралары қатысты бөлімінде.

Электрондақ оқулықты негізгі жасау кезендері:

– Әдебиеттерді таңдау;

– авторлармен қайта өңдеу құқығы туралы шарт жасалуы мазмұны;

– тарауларды және басқа түсініктер жасау;

– тараулардағы бөлім бойынша тексті өңдеу;

– электрондық түрде гипермәтінді жүзеге асыру;

– кешндік демеу жасау;

– мультимедиялық айналу үшін материалды сұраптау;

– материалдарды визуализациялау үшін дайындау;

– материалдарды визуализациялау.

Нәтижесінде осы сұраққа көп көңіл бөлуіміз керек. Білім реформасы оқытушылар мен оқушылар үшін үйде және аудиторияда бір компьютерлік ортасын қамтамасыз ететін ЭОБ талап етілуі куерек. Мұнда кітап басып шығарудыойлап табуына байланысты европалық білім беру реформасымен параллель жүргізуге болады.

Ортағасырларда оқушылар толықтай ұстазына бағынышты болды. Өйткені ол ақпаратқа ие болды.

Гутенбергтің кітапты басып шығару тапқырлығытапқырлығы ақпарат көзіне барлығы бірдей жеткілікті болды [2]. Бұл білім жүйесіне көптеген өзгерістер әкелді.Кітап, қағазды оқушылар мен мұғалімдерде де болды. Сол сияқты қазіргі білім реформасы үшін барлығына ортақ жаңа ақпарат көзін жасау керек. Осы жағдайда мұғалімдер кейде студенттерге қарағанда ыңғайсызжағдайлар көп болды.

Қазақстан Республикасындағы білімді ақпараттандыру жүйесін ары қарай дамыту процесін оқып үйренудің ақпараттық ресурсы болып табылатын, оқытуға арналған прграммалық құралдарды (ОАПК) дайындамай жүзеге асыру мүмкін емес [3]. Олардың атқаратын қызметтерінің де ауқымы кең, мысалы, бақылайтын және тест жүргізетін программалар, компьютерлік ойындар, ақпараттық жүйелер, оқыту орталары, электрондық оқулықтар және мультимедиялық программалар. Осы оқытуға арналған программалық құралдардың әртүрлі нұсқауларын әзірлеу Республикалық білім беруді ақпараттандыру ғылыми әдістемелік орталығының (РБАО) негізгі жұмысы болып табылады [4].

Қазіргі кезде РБАО негізінен білім жүйесінің барлық сатылары үшін электронды оқыту программаларын жасаумен шұғылданып келеді. Электронды оқыту программаларын жасаумен құрастыру технологиясы (профессор Г. Нурғалиева жасаған ) оқыту процесіндегі зандылықтарға негізделіп жасалып, бір – бірімен тығыз байланыста болатын төрт бөліктен тұрады, олар: мотивациялық мақсаттық, мазмұндық операциялық және нәтижелік бақылау компоненттері [5].

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

Электронды оқыту программаларының мотивациялық мақсаттық компоненті модульдерді (микромодульдерді) құрастырудан тұрады. Модуль дегеніміз – жергілікті (локальды), жүйелік және функционалдық білім жиындары. Ол оқушының өз танымдық әрекетін ұйымдастыратын «түйіні» болып саналады.

Электронды оқыту программаларының мазмұндық компоненті гипермәтін арқылы жүзеге асырылады. Гипермәтін – терминдерден, ұғымдардан, графиктерден және диаграммалардан тұратын мәліметтер базасы ретінде берілген ақпараттық оқыту ортасы. Мәтіндерді қазақ, орыс, ал кейбір жағдайда ағылшын тіліндегі дыбыстар арқылы айтуға болады. Гипермәтін бейне материалдармен толықтырылады.

Электронды оқыту программаларын операциялық компоненті интерактивті формада берілетін тапсырмаларды орындау арқылы іске асырылады.

Электронды оқыту программаларының нәтижелік бақылау компоненті тест алу жолымен жүргізіледі. Электронды оқыту программаларында тест сұрақтарында берілген: бір дұрыс жауабы және бірнеше дұрыс емес, бірақ ұқсас жаптары бар. Тест соңында, студент немесе оқушы, өзі қателескен сұрақтарды тексеріп көре алады, әрбір тестен соң сұрақтардың реттік орны ауыстырылып отырылады. Жалпы алғанда тест, қазіргі кезде кеңінен қолданылады, ол оқушы, студент немесе мекеме қызметкерлерінің білімін жоғарлату және тексеру мәселесіне байланысты енгізілген.

Студенттер үшін электронды оқыту программалары жоғарғы оқу орнында (университет, институт), өздері толықтырып отыра алатын мәліметтер базасы болып келеді. Электронды оқыту программаларымен жұмыс істеу, әрбір студенттің өз мүмкіндіктерін есепке ала отырып, оқып үйрену ісін жеке дара, өздігінен жүргізуі болып саналады. Қазіргі талаптарға сай, студенттердің білімді өздігінен, жеке дара жұмыс жасауы, өзінің жұмысын өзі нәтижелеуі, осының барлығы электрондық оқулықтардың кең пайдалануына байланысты болады. Әрбір пән бойынша электрондық оқулықтардың бар болуы, олармен жұмыс жасауы, студенттің білімін жоғарлауы бізге дәлел. Оның себептері өте көп, оның бірі электрондық оқулықтардың қолайлығы және материалдардың жыл сайын өзгертіліп, толықтырылып отырылуы яғни мұғалім немесе оқытушы үшін электронды оқыту программалары, бұл күнбе- күн дамытылып отыратын ашық түрдегі әдістемелік жүйе, оны әрбір оқытушы өз педагогикалық тәжірибесіндегі материалдармен толықтыра отырып, ары қарай жетілдіре алады. Сол себепті электронды оқыту программаларын әзірлеп оны дамытудағы РБАО жұмысы да қайта оралып келіп түсіп жатқан ұсыныстар мен пікірлер арқылы тиімділігін бірте-бірте арттыратыны талас тудырмаса керек [6].

Қазіргі кезде білім процесінің әртүрлі тұлғалары арасында қашықтан мәлімет алмасу ісі мүмкін болып , олар бір – бірімен ашық түрде компьютерлер көмегімен өз пәндері айналасында пікірлесе алатын болды, мысалы: мұғалімдер – мұғалімдермен, мұғалімдер – студенттермен, мұғалімдер – оқулық жазушыларымен, студенттер – оқулық жазушыларымен, т.б. [7]

РБАО өз электронды оқыту программалары жайлы әр жерден – Прагадағы американ және ағылшын әріптестерінен, Ресейдегі «Просвещение» баспасынан, А.И. Герцен атындағы Ресей мемлекеттік педагогикалық университетінен, Омск мемлекеттік педагогикалық университетінен көптеген қолдаған ұсыныстар, Алматы мұғалімдерінен – 108 құптаушы пікірлер, Батыс Қазақстан облысы мұғалімдер білімін жетілдіру институтынан оң көзқарас естіп, Ы.Алтынсарин атындағы ҚБА – ның дамыта оқыту орталығынан және Шығыс Қазақстан облысы білімінің жаңа технологиялары аймақтық орталығынан осы жұмысты қуаттаған пікірлер алды. [8]

Соңғы кезде Еуропадағы қашықтықтан оқыту жүйелерінде компьютерлік және коммуникациялық технологиялар өте кең пайдаланылады. Осыған орай Солтүстік Америкадағы және Еуропадағы қашықтықтан оқыту жүйелерінің арасындағы бұрын айтылып жүрген кемшіліктер мен технологиялық айырмашылықтар толығынан жойылды

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

деп айтуға болады. Қазіргі кезде электрондық түрде компьютер желілері арқылы оқытатын жоғарғы білім бағдарламалары 40-тан астам елдерде зерттеліп, жүзеге асырылуда. Осы елдердің қатарында Азиядағы, Америкадағы және жаңа дамып келе жатқан мемлекеттерде де бар.

Бүгінгі күні білім берудің осы нысаны Европа елдерінде, Ресейдегі, сонымен қатар Қазақстанда дамуда.

Осы сияқты тиімділігі жоғары білім беру технологиясы Атырауда жүзеге асырылып, оған республика мамандары жоғары баға берді. 1994-1998 жылдар арасында Қазақстанның әрбір аймағында қашықтықтан білім беретін оқыту орталықтарының жүйесі қалыптастырылды.

Қазақ мемлекеттік халықаралық қатынастар мен әлем тілдері университетінде шет тілдерін игеру үшін электронды оқыту программалары жасалып компьютерлік кітапхана іске қосылған.

Білім берудің кез – келген саласында «Электрондық оқыту программаларын» пайдалану оқушылардың, танымдық белсенділігін арттырып қана қоймай, логикалық ойлау жүйесін қалыптастыруға шаруашылықпен еңбек етуіне жағдай жасайды.

Қазіргі кезде Ресей мемлекетінде және басқа шет елдерде, информатика пәнін жүргізудегі зерттеу облысы, Қазақстан ғалымдарының жұмысына үлкен әсер етеді. Ең бірінші орта білімді ақпараттандыру мәселесі бойынша, Шварцбург С.И., Ершов, А.П., Кузнецов А.А., Монахов В.М деген Ресей ғалымдарының зерттеу жұмыстары талқыланған. Компьютерлермен жұмыс жасау, оқыту жүйесінің басты бағыты, бұл ЭЕМ және программалау негізін оқыту болып саналады [9].

Информатика курсының дамуы, ендігі кезекте, екі бағытта жүреді:

1-ші ол, есептерді дайын программалар арқылы шешу (Житомирский В.Г., Каймин В.А., Кузнецов Э.И. жұмыстарында талқыланады), ал екінші жағы бұл оқушыларды, ақпараттық қоғамдағы өндіріс саласымен таныстыру, яғни информатиканы өндіріс мәселесімен сипаттау, бұл Бешенков С.А. және Григорьев С.Г. жұмыстарымен іске асады.

Және де, оқу процесін есептеуіш техникамен және программалармен қамтамасыздандыру мәселелері қарастырылады. Қазіргі кездегі көптеген Қазақстан орта мектептерінің, IBM – сәйкестік техникамен компьютерлермен және программалармен қамтамасыздандыру жұмыстары жүргізілуде. Осыған байланысты, оқу процесін компьютерлермен жабдықтау және дұрыс оқыту мәселелеріне арналған зерттеулер жүргізіле басталды, яғни бұл салада жүргізілген зертеулер оқу процесінде, компьютерлермен жұмыс жасаудағы және үйретудегі тиімді жолдарды табуда. Бидайбеков Е.Ы, Кариев С.А, Абдиев К.С. еңбектерінде, жаңа методика әдістері көрсетілген. Менің диплом жұмысымда, студенттердің Internet – технологиялары мен жұмыс жасау методикалары көрсетіледі.

Оқытудың активтілігі. (Оқытудағы бағытты оқушының өзі таңдай алады; Оқушы мултимедиалық конструкторларды пайдалана отырып, оқу процесінің қатысышусы болып табылады; Оқитын материалдарға, басқа материалдарды қолдана отырып толықтыруларды жасай алады.)

– Жеке оқыту (Тесттік модульде тәжірибелік қайта байланыс жасау, материалдардың көп деңгейлілігі және анимациялық қосымшаларды, уақыт маштабында көрсету жылдамдығын реттеу) ;

– адаптивтілік (Өзінің білімін, әр бөлімдерді оқып үйрену барысында тексеруі. Өзінің оқу процесі барысында көп деңгейлі оқытуды пайдалану.) ;

– эмоционалдық әсер ету. (Қосымша психологиялық құрылымдардың бар болуы, материалдарды қабылдап еске сақтауға атсалысады; Оқу материалдарын полимодалдық формада көрініс алуы, яғни статикалық және динамикалық елестеу және дыбыстық қамтамасыздандыру болып табылады.) ;

Басқару мүмкіндіктері:

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

- Толық дидактикалық оқыту циклі (Оқу материалының оқудағы теориялық және тәжірибелік мүмкіндіктері);
- оқытудың интерактивтілігі. (модельдердің түрінің, басқаша құруының, қайта өзгерту мүмкіндіктері);
- оқыту саласында ақпаратты жинастыру және қорытындылау;
- өзінің жұмысын өзі таңдап орындау функциясы. (Оқушы өзінің білімді меңгеру ісінің жолын өзі таңдап, өзі болжайды);
- технологиялық және ұйымдастыру мүмкіндіктері;
- оқулықпен адиторялар ішінде өздігінен жұмыс жасау мүмкіндігі;
- оқулықпен аудитория ішінде емес, өздігінен жұмыс жасау мүмкіндігі;
- жұмыс істеу ұнамдылығы. (Жақсы интерфейс, оқушының жеке ерекшелік қасиетін есептеуі, оқу материалдарына немесе сұраныс жүйесі ақпаратына, көп рет сұрақ қоюдағы уақытты үнемдеу);
- электрондық оқулықпен жұмыс жасаудағы арнайы жабдықтардың (компьютерлердің) бар болуы;
- үлкен ақпарат массивтерін оңай сақтауы. (Компакт дискідегі ақпарат, көптеген бірнеше «қалың» кітаптар мен салыстырғанда аз орын алады).

Қортындылай келгенде, оқу басылымдардың дидактикалық мүмкіндіктерін, кішігірім зерттеулердің өзінде – ақ, оқушылардың өздік жұмыс жасаудағы, электрондық оқулықтармен жұмыс істеудің перспективалары мен оның артықшылығы көрсетіледі. Мультимедиалық технологиялардың электрондық оқулық ішінде бар болуы, оқушылардың оқу материалын қабылдау мен түсіну қабілетін жоғарлатады. Электрондық оқулықты жасағанда мультимедиалық технологияларды қолдануы, интеллектуалды жағынан көп уақыт және қаражат алатынын және жасауы қиынға түсетінін оқу орындарының басқарушылары білуі керек.

Оқу орнының басқарушылары ММУП жасаудағы, педагогтардың шығармашылық талаптарының қолдауы қажет.

«Электрондық оқулық» бұл не? Және оның кәдімгі кітап -оқулықтан айырмашылығы неде? Жалпы жағдайда электрондық оқулық бұл оқушылардың (студенттердің) білімін тексеруге арналған оқытушы, тексеруші, қадағалаушы, модельдеуші комплексті оқыту программасы. Электрондық оқулық әр қашан да толықтырылып отыруда және оқушының қарама қарсы байланысымен сипатталады. Керекті ақпаратты тез арада тауып, оны түсінуге жағдай жасайды, ал кәдімгі оқулықта ондай қасиеттер жоқ және қиынға түседі. Оқушы өз уақытын алмайды, себебі керекті материалды гипертекст арқылы жылдам табуға болады. Қысқа текст болса да оған қатарлас мультимедиалық мүмкіндіктері бар, яғни ол материалды кино, мультфильм арқылы көрсетіп түсіндіре алады. Кейбір жерлерде дыбыстық ақпараттар қоры орналасқан, оқушы оны тыңдап, түсінеді. Тағы да оның бір қасиеті, оқушы өз білімін тез арада тексеріп алатынында, яғни көптеген электрондық оқулықтарда тестіттік программалар болады. Ең бірінші бұл салада, яғни қоғамды ақпараттандыру саласында жұмыс жүргізген ғалымдардың еңбектері талқыланады. Бұлар: Шварцбург С.И., Ершов А.П., Кузнецов А.А., Монахов В.М. және т.б.

«Электрондық оқулықтарды » жасау жүйесіне қойылатын талаптар.

Электрондық оқулыққа кіретін барлық ақпаратты, көркемдік технологиялар мен әртүрлі мәтіндік, графикалық редакторларды пайдалану арқылы жасалынады, электрондық оқулықтарды игеру оңайлығы осыған байланысты болады. Электрондық оқулықты жасау ортасының қолайлығы, үлкен проекттің барлығын емес, бірнеше мамандардың проектiнiң өзара белгiлi бiр бөлiгiн алып, сол бөлiгiнде ғана жұмыс iстеуi мүмкiн.

Электронды оқулықтарды жасағанда пайдаланылатын құралдарды классификациялау.

Электрондық оқулықты жасау құралдарын 3 топқа бөлуге болады. Мысалға: комплекстік критерилерді пайдаланып, техникалық қамтамасыздардыру талаптары мен қолдану ерекшеліктері, функциялардың орындалуы.

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

Көрсетілген критерилерге сәйкес келесі класификация мүмкіндіктерін атап айтуға болады:

- Саймандық құралдардың ортақ міндеттері;
- мультимедия құралдары;
- гипермәтіндік және гипермедиялық құралдар;
- электрондық оқулықты жасаудағы жалпы қолданылатын құрал жабдықтар;
- білікті маман программалаушы болмаған жағдайда, электрондық оқулық жасауда қолданушыларға, жалпы қолданылатын құрал жабдықтар арналады. Электрондық оқулықтарды жасаудағы жалпы қолданылатын жабдықтар келесі мүмкіндіктермен қамтамасыз етеді;
  - электрондық оқулықтың құрылымын жасауда;
  - мәтінді форматтау мен редакциялау (мәтіндік редактор) және енгізу;
  - бөлімді дайындаудағы статикалық көркемдік (графикалық редактор);
  - динамикалық көркемдік бөлімді дайындауда (дыбыстық және анимациялық фрагменттер);
  - электрондық оқулықты жасауда, басқа құрал жабдықтарды пайдалану, жасауға арналған модульдерді іске қосу.

Гиперсілтемелік құралдар. Гипермәтін – бұл, мәтіндік материалды берудегі сызықтық емес тәсілі, мәтіннің ішінде, басқа мәтіндік фрагменттермен байланыстырылатын ерекшеленген сөздер болады. Осылайша пайдаланушы мәтін беттерін ауыстып, отырады, егер сызықтық мәтіннен нақты бір сілтеме арқылы шығып кетуі мүмкін, яғни ақпарат алу процесін адам өзі басқарады. Анимациялық фрагмент ретінде бейнелер, мәтін, анимацияр және дыбыс кіреді.

Құрылымдылық және оңай пайдалану, электрондық оқулыққа қойылатын талаптарын гиперсілтемелік технологиялар қанағаттандырады. Керек кезін осындай оқулықты қандай болмасын серверге салуға және оны оңай дұрыстап түзетуге болады. Қазіргі кезде әртүрлі, гипермәтіндік форматтардың көптеген түрлері бар. (HTML, DHTML, PHP және т.б.)

Қазіргі кезде компьютерлік өнімдер нарығында электрондық оқулықтар сияқты үйретуші программалар саны жылдан жылға өсіп келеді. Бірақ та электрондық оқулықтың өзі және оның ішіндегі қандай функциялардың болуы туралы әлі де таластар көп. Электрондық оқулықтың жасалу салты бойынша оқулықтың: оқу материалынан, өздік жұмыстан және бақылау функцияларынан құрылуы қажет.

Ал қазіргі кезде электрондық оқулыққа келесі талаптар қойылады:

- Таңдалған оқу курсы бойынша, ақпарат жақсы құрылуы керек.
  - Мәтіндік ақпарат көптеген сілтемелер мен қилысуы керек. Ол пайдаланушының белгілі ақпаратты іздеуге тез тауып алуға жағдай жасайды.
  - Электрондық оқулық ішінде дыбыстық ақпараттың болуы қажет.
- Электрондық оқулықтың жұмыс жасау режимдері.
- Электрондық оқулықтың жұмыс істеуіндегі 3 негізгі режимді атап айтуға болады:
- Тексерусіз оқыту;
  - Тексерілетін оқыту, әрбір бөлімнің (параграф) соңында оқушың берілген материалды қаншалықты ұйғарғанын тексеру үшін бірнеше сұрақтарға жауап беруі керек;
  - Қадағалау, қорытынды бағасын шығару .

Қазіргі кезде оқулықтарға келесі талаптар қойылады: құрылымдылығы, жұмыс істеу қолайлығы, материалдардың көрнекілігі. Осы талаптарды қанағаттандыру үшін гипермәтіндік технологияларды пайдалануымыз қажет.

Электрондық оқулық ішіне қадағалау құралдары кіреді, білімді қадағалау оқытудың басты мәселелерінің бірі болып табылады. Бұрынғы кезден бері білім беру жүйесінде білімді қадағалау ауызша формада өтіліп жүрді. Ал қазіргі кезде әртүрлі тесттік әдістер қолданылуда. Көп адамдар, бұл әдістің қолайлығына сенбейді, олардың ойынша бұл әдіс,



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

келесі әдеттер мен дағдыларды жояды мысалға анализдеу, салыстыру және т.б. Сондықтанда білім беру беруде жаңа технологияларды пайдалану оқу ісі сапасын жоғарлатады деп сенеміз және білім алушының дайындалу процесіндегі ең керекті құралы болады деп ойлаймыз.

### ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Аванесов В.С. Научные проблемы тестового контроля знаний. – М., 2014. 200 С.
- 2 Апатова Н.В. Информационные технологии в высшем образовании. - М., 2014. 150 С.
- 3 Бабаева Ю.Д., Войскунский А.Е. Психологические последствия информатизации // Психологический журнал. – 2008. – № 1. 200С.
- 4 Беспалько В. П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения. – М., 2015. 250 С.
- 5 Высшее образование в Европе. ЮНЕСКО, Европейский центр по высшему образованию. – М., 2013. 80 С.
- 6 Горячев А. В., Шафрин Ю. А. Практикум по информационным технологиям. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2009.
- 7 Гершунский Б. С. Философия образования. – М., 2008. 200 С.
- 8 [Электрондық ресурс]. Рұқсат ету тәртібі: <http://www.edu.gov.kz> // Қазақстан Республикасының білім беру жүйесін 2020 жылға дейін дамытудың Мемлекеттік бағдарламасы.
- 9 [Электрондық ресурс]. Рұқсат ету тәртібі: <http://adilet.zan.kz> // Қазақстан Республикасының білім беру жүйесін 2015 жылға дейін дамыту тұжырымдамасы.

А. Е. Маденова, Э.Б. Жумабекова

#### **Электронный учебник – новый жанр в учебной литературе**

**Аннотация.** В статье представлены основные положения создания образовательной среды электронного учебника для студентов высших учебных заведений: сущность понятия «образовательная среда обучения», структура и принципы создания среды обучения, сущность понятия «электронный учебник», его возможности и важность в современном образовательном процессе. В основу теоретической базы написания статьи положена современная парадигма образования, которая делает ударение на технологизацию, интернетизацию и индивидуализацию современной образовательной среды.

**Ключевые слова:** электронный учебник, информатизация, образовательная среда обучения, дистанционное образование, инновационные технологии, образование, информационные технологии, мультимедиа средства обучения.

A.Ye. Madenova, E.B. Zhumabekova

#### **Electronic textbook - a new genre in the academic literature**

**Abstract.** The article presents the basic provisions of the creation of the educational environment of the electronic textbook for students of higher educational institutions: the essence of the concept of "educational learning environment", the structure and principles of the learning environment, the essence of the concept of "electronic book", its possibilities and importance in the modern educational process. The basis of the theoretical framework of this writing, put the modern paradigm of education that emphasizes technologization, connectedness and personalization of modern educational environment.

**Keywords:** electronic textbook, information, educational environment of learning, distance education, innovative technologies, education, information technology, multimedia learning tools.

ӘОЖ:378:371.13:004

Ж.С. АВКУРОВА, Ж.Т. ПОШАНОВ

(Қарағанды мемлекеттік индустриялық университеті, Теміртау қ., Қазақстан)

#### ИНФОРМАТИКА ПӘНІНЕН ЭЛЕКТРОНДЫҚ ОҚУЛЫҚ ЖАСАУ ЖӘНЕ ПАЙДАЛАНУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

**Аңдатпа.** Бұл мақалада қазіргі ақпараттық технологиялардың қарқынды даму кезеңінде орта білім беретін оқу орындарының оқу үдерісінің тиімділігі болашақ мұғалімнің кәсіби дайындығы айтылған. Сол себепті ақпараттық-қатынастық технологиялар құралдарын педагогикалық іс-әрекетке кеңінен қолдана білу іскерліктерінің жоғары деңгейде қалыптасуы мектеп мұғалімдерінің кәсіби дайындығына қойылатын талаптар қатарына енеді.

**Түйін сөздер:** Мультимедиялық оқыту, ақпараттандыру, коммуникациялық технологиялар, электронды оқыту, иллюстрациялық материалдар, оқу жүйесі.

Қазақстан Республикасының білім беруді 2020 жылға дейін дамытудың Мемлекеттік бағдарламасында оқу үдерісінде ақпараттық-қатынастық технологияларды кеңінен пайдалану жалпы білім беруді дамытудың басты бағдарының бірі делінген.

Ақпараттық-қатынастық технологияны бәсекеге қабілетті ұлттық білім беру жүйесін дамытуға және оның мүмкіндіктерін әлемдік білімдік ортаға енудегі сабақтастыққа қолдану негізгі мәнге ие болып отыр.

Қазіргі уақытта әлемде қоғамның ақпараттық мәдениет деңгейі мемлекеттің даму көрсеткіштерінің бірі ретінде қарастырылады. Сондықтан біздің мемлекетіміз де қоғамның ақпараттық мәдениет деңгейін көтеру мәселесінен шеткері қала алмайды. Бұл мәселені шешу жолдарының бірі білім беру саласын жаңа прогрессшіл бағыттарды жүргізу болып табылады.

Біздің елімізде электрондық оқулықтар жасауда әлі де көп жұмыстар атқарылуы тиіс, яғни орта, жоғары мектептің және қосымша білім беретін курстар пәндеріне байланысты көптеген оқулықтар жасалуы керек. Бұл оқулықтар қазіргі компьютерлік, коммуникациялық технологияларды пайдалану арқылы жаңа педагогикалық әдістерді қалыптастыруға бағытталған білім беру жүйесін қамтамасыз етеді [1].

Білім берудің кез-келген саласында “Электрондық оқулықтарды” пайдалану оқушылар мен студенттердің танымдық белсенділігін арттырып қана қоймай, логикалық ойлау жүйесін қалыптастыруға шығармашылықпен еңбек етуіне жағдай жасайды.

Қазіргі ақпараттандыру қоғамында бұл оқулықтарды пайдаланбай алға жылжу мүмкін емес. Осы бағытта “Білім беруді ақпараттандырудың ғылыми-әдістемелік орталығының”, “Білім беруді ақпараттандырудың мемлекеттік бағдарламасын” жүзеге асырудағы атқарып жатқан көп саласындағы жұмыстарының бір сатысы “Электрондық оқулықтар” шығару болып табылады. Бүгінгі таңда бұл орталықтан 11 пәннен электрондық оқулықтар жасалып, оқу жүйесіне енгізіле бастады [2].

Электрондық оқулықтарды дайындаудың бір жүйеге келтіріліп бір заңдылығы болуы керек. Осыған байланысты электрондық оқулықтарды дайындауда мынадай дидактикалық шарттарды ескеру керек:

– Белгілі бір пәнге байланысты дайындалған электрондық оқулықтың сол пәннің типтік бағдарламасына сәйкес болуын;

– Электрондық оқулықтар курста оқылатын тараулар мен тақырыптарға қатысты лекция конспектісін қамтитын негізгі зертханалық және практикалық тапсырмаларды орындауға арналған қосымша; материалға қатысты анықтама, библиографиядан тұратын

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

көмекші; аралық және қорытынды бақылау сұрақтарынан тұратын тест; материалдарды дайындауда пайдаланылған әдебиеттер тізімдері бөлімдерін қамтуын;

– Электрондық оқулықтың кәдімгі оқулықтар мазмұнын қайталамауын, яғни берілетін тақырыпқа қатысты ақпараттың нақты әрі қысқа берілуін ескеру керек;

– Белгілі бір тақырыпқа қатысты материал 2-3 экрандық беттен артық болмауы тиіс. Егер мәтін көлемі бірнеше экрандық бетті қамтитын болса, онда экранда пайда болатын оң жақ тік, төменгі көлденең жылжыту сызықтарын электрондық оқулықты пайдаланушының көп пайдалануына тура келеді. Мұның өзі пайдаланушының материалға қатысты ойын бөледі және мәтінді жоғары-төмен, оңға-солға жылжыта беру пайдаланушының шыдамдылығына әсер етеді;

– Бір қатардағы мәтін 62-65 таңбадан аспауы тиіс. Себебі, материалды баспаға шығару қажет болса, ол А4 көлемді параққа дұрыс түсетіндей болуы керек;

– Оқулықты шектен тыс иллюстрациялық, анимациялық тұрғыдан көркемдеу пайдаланушыға кері әсерін тигізуі мүмкін, бірақ, кейбір пәндерге, атап айтқанда, физика, химия, биология сияқты пәндерге қатысты процестерді анимациялап көрсету, тіпті, кинофильмдер мен диафильмдер мен үзінділерін MPEG, AVI типті файлдар ретінде сақтап, оларды гипермәтінді формат арқылы электрондық оқулыққа кірістіру оқулықтың көркемдік, әдістемелік деңгейін арттырады.

Мультимедиялық білім бағдарламалары мен электрондық оқулықтар формасында білім ресурстарын құру бойынша Министрлікте шаралар қолданылуда. Дегенмен, жасалған электрондық оқулықтар, құралдар және бағдарламалар CD және DVD тасымалдаушы құралдармен беріледі, бірақ веб-бағдарланған және Интернет арқылы бірнеше рет қолдануға мүмкін болмай отыр [3].

Компьютерді оқытушы қосымша материалдар, әртүрлі анықтамалық мәліметтерден ақпараттар беру үшін көрнекі құрал ретінде пайдалана алады. Мұндай мәліметтерге физикалық формулалар, физикалық шамалардың өлшем бірліктері, графиктер, схемалар, иллюстрациялар, физикалық құбылыстардың динамикалық бейнесі, тәжірибеге арналған құрылғылардың тізімі, аспаптардың сипаттамалары және т.б. жатқызуға болады. Мұғалім араласпай-ақ, оқушылар өздері меңгеруге тиісті ақпараттар беріледі. Қажетті ақпараттарды жинақтауда электрондық техникаларды енгізу уақыт үнемдейді, қарастырып отырған кезеңде ақпараттың толықтығын жоғарылатады, ақпараттық-анықтамалық жүйе құрамында электрондық құрылғылармен жұмыс істеу дағдысын қалыптастыруға мүмкіндік туғызады.

Жаңа ақпараттық технология құралдарын информатика пәнінің кіріктірілген сабақтарында пайдалану, оқушының шығармашылық, интеллектуалдық қабілетінің дамуына, өз білімін өмірде пайдалана білу дағдыларының қалыптасуына әкеледі. Компьютерлік техниканың дидактикалық мүмкіндіктерін педагогикалық мақсаттарға қолдану, білім мазмұнын анықтауда, оқыту формалары мен әдістерін жетілдіруде жақсы әсерін тигізеді. Мұндай мүмкіндіктерді қазіргі кездегі бар және жаңадан қалыптасып келе жатқан электрондық оқыту құралдары бере алады [4].

Осы келтірілген ережеге сай электрондық оқыту құралдарын (ЭОҚ) компьютерлік техника көмегімен өңделіп көрсетілетін, кез-келген электрондық тасымалдаушыда немесе компьютер желісінде жарияланған, білімнің сәйкес ғылыми-практикалық саласынан оқушыларға білімді, біліктілік пен дағдыларды шығармашылық тұрғыда белсенді меңгеруді қамтамасыз ететін осы сала бойынша жүйеленген материалдардан тұратын графикалық, мәтіндік, цифрлық, сөздік, музыкалық, бейне, фото және басқа да ақпараттар жиынтығы ретінде анықтауға болады.

Сонымен, информатика бойынша электрондық оқыту құралдарын жасау үдерісінде мұғалім қандай рөл атқармасын, оның мультимедиялық оқыту бағдарламаларын жасауға қажет мәселелерді жеткілікті кәсіби деңгейде шеше алатындай білім мен дағдылары болуы

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

тиіс. Алайда, педагогикалық жоғары оқу орындарындағы информатика саласы маманын педагогтық кәсіби қызметке дайындаудың қазіргі жүйесінде болашақ мұғалімдер информатика бойынша электрондық құралдар жасаудың негізін оқып-үйренуден тыс қалып жатады. Осы айтылғандардың бәрі информатика саласы мамандарына мультимедиалық оқыту бағдарламаларын жасау мен пайдалануды оқытудың қажеттігін білдіреді [5].

Электрондық оқулықтар негізгі білім берудің электрондық басылымдары болып табылады. Сонымен қатар жоғары ғылыми және әдістемелік деңгейде жасалады және бағдарлама мен стандарттың дидактикалық бірліктерін анықтайтын, мамандықтың білім беру стандарттарына толығымен сәйкес келуі керек. Одан басқа, электрондық оқулықтар интерактивті кері байланысты жүзеге асыратын информатиканы оқыту барысында дидактикалық жүйенің үздіксіздігін және толықтығын қамтамасыз ету керек. Электрондық оқулықтардың негізгі қасиеттерінің бірі оның мазмұнын қағаз жүзінде шығаруға мүмкіндік жасау болып табылады [6].

Электрондық оқулық – ғылыми педагогикалық құрал. Электрондық оқулықтардың тиімділігі:

- теориялық материалды өз бетімен оқып үйренуге, зерттеуге мүмкіндік береді;
- сабақты иллюстрациялық материалдар мен жабдықтауға көмектеседі;
- сабақта және сабақтан тыс уақытта өз бетімен әртүрлі деңгейлі шығармашылық тапсырмалар орындауға мүмкіндік береді.

Мультимедиялық технологиялардың қызықты мүмкіндіктері электрондық оқу құралдарын жасауды және де басқа оқып үйренуге арналған құралдар жасауда көп қолданылады. Мультимедиялық технологияларды кеңінен қолдану оқытудың қазіргі компьютерлік технологияларды дамытудың жаңа бағыттарын дамытуға зор үлес қосып келеді.

Компьютер және ақпараттық технологиялар арқылы жасалып жатқан оқыту үдерісі оқушының жаңаша оқу қабілетін қалыптастырып, оларды жүйелі байланыстар мен заңдылықтарды табуға итеріп, нәтижесінде өздерінің кәсіби потенциалдарының қалыптасуына жол ашуы керек [7].

Оқу үдерісінде ақпараттық және қатынастық технология құралдарын кешенді пайдалану мүмкіндігін тәжірибе жүзінде жүзеге асыру бұрыннан таныс бағдарлама құралдары мен дүниежүзілік алғы шепке сәйкес келетін жаңа құралдар болып табылатын көп функционалды білім берудің электрондық басылымдарын жасау және қолдану арқылы да жетуге де болады.

#### **ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ**

1 ҚР білім беруді дамытудың 2011-2020 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасы. Астана, 2010.

2 «Информационные технологии управления: Учебное пособие для ВУЗов» под ред. / Г. А. Титоренко – М: ЮНИТИ – ДАНА, 2003 – 439 с.

3 «Информационные технологии управления: Учебное пособие» - М: ИНФРА – М, 2001 – 215 с.

4 Нұрғалиева Г.К. Электрондық оқулықтар-ізгілендіру құралы. / Қазақстан мектебі, 2002 – 18 б.

5 Б.Р. Айтмамбетова. Жаңашыл педагогтар идеялары мен тәжірибелері. Алматы, 1991.

6 Халықова Г. және т.б. Электронды оқулықты дайындаудың талаптары. // Халықаралық ғылыми-әдістемелік конференциясының еңбектері. Шымкент. – 2004. – 469 б.

7 Башмаков М.А. Разработка компьютерно-обучающих систем и компьютерных учебников.- М. 2003. – 600 с.

Ж.С. Авкурова, Ж.Т. Пошанов

**Технология создания и использования электронный учебник по информатики**

**Аннотация.** В статье рассматриваются что, широкое использование технологии информационно-взаимодействующих средств при педагогических мероприятиях обеспечивает совершенствование высокого уровня профессиональной подготовленности преподавателя и является одним из предъявляемых к ним требований.

**Ключевые слова:** Мультимедийное обучение, информационные и коммуникационные технологии, электронное обучение, иллюстрационные материалы, система обучения.

Sh.S. Avkurova, Sh.T. Poshanov

**Technology of creation and use the electronic textbook on informatics**

**Abstract.** The article considers that the widespread use of information and technology of interacting agents for improving educational activities provide a high level of professional readiness of the teacher and is one of the requirements to claim them .

**Key words:** Multimedia training, information and communication technologies, electronic training, illustrative materials, system of training.

---

---

**Раздел 5**

**Химические  
технологии.  
Безопасность  
жизнедеятельности**

УДК 665.5

<sup>1</sup>Г.Н. МУСИНА, <sup>1</sup>Г.Ш. ЖАКСЫБАЕВА, <sup>2</sup>М.И. БАЙКЕНОВ, <sup>1</sup>Ж.А. ЖУРИНТАЕВ  
(<sup>1</sup>Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау,  
<sup>2</sup>Карагандинский государственный университет, г. Караганда, Казахстан)

### КАТАЛИТИЧЕСКАЯ ГИДРОГЕНИЗАЦИЯ ЛЕГКОЙ ФРАКЦИИ ПЕРВИЧНОЙ КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СМОЛЫ В ПРИСУТСТВИИ НАНОКАТАЛИЗАТОРА

**Аннотация.** В статье представлена каталитическая гидрогенизация легкой фракции первичной каменноугольной смолы. Осуществлен подбор условий протеканий процесса. Проведен процесс гидрогенизации с использованием нанокатализатора  $Fe_2O_3$  в различных соотношениях в среде водорода. Установлено влияния нанокатализатора  $Fe_2O_3$  на выход гидрогенизата широкой фракции ПКС до 270°C в процессе гидрогенизации фракции ПКС с к.к. 175°C. Проведенные исследования показали высокую эффективность применения нанокатализатора  $Fe_2O_3$  в процессе гидрооблагораживания.

**Ключевые слова:** гидрогенизационные процессы, нанокатализатор, первичная каменноугольная смола, гидрооблагораживания, органическая масса угля.

Процесс гидрогенизации тяжелого углеводородного сырья протекает при высокой температуре, высоком давлении водорода, в присутствии активных катализаторов. В зависимости от глубины превращения исходного сырья выход продуктов может быть направлен в сторону получения не только моторного топлива, но и исходного сырья для нефтехимии.

Очевиден тот факт, что первичная каменноугольная смола и ее фракции – это ценнейшее нефтехимическое сырьё с огромным химическим потенциалом, из которого можно получить ряд ценных химических веществ. При этом следует отметить, что над созданием основ химической переработки первичной каменноугольной смолы и ее фракции работают во многих странах мира, таких, как США, Германия, Франция, Япония, Россия и РК.

Жидкие продукты гидрогенизации первичных каменноугольных смол содержат в своем составе помимо гетероциклических соединений значительное количество ароматических углеводородов. Если удаление гетероциклических соединений, а также получение углеводородных топлив с улучшенными экологическими характеристиками в нефтепромышленности не вызывает трудностей [1,2], то для уменьшения содержания ароматических углеводородов (с 45-50% до 20% и менее) в составе каменноугольных смол, согласно стандартам [3], необходимо применение на стадии гидрооблагораживания новых каталитических систем.

С целью исследования влияния нанокатализатора  $Fe_2O_3$  на процесс гидрооблагораживания ПКС, нами была проведена гидрогенизация фракции ПКС с к.к. 175°C.

Эксперименты по гидрогенизации фракции ПКС с к.к. 175°C проводили в реакторе высокого давления (автоклаве) емкостью 0,02 и 0,05 л. Предварительно перемешанные исходные вещества помещали в автоклав. Затем его закрывали, продували водородом и давали избыточное давление водорода (3,0 МПа), время выдержки 60 мин. Количество добавляемого катализатора на исходное сырьё (ПКС) составляло от 0,5% до 5%. Автоклав нагревали до необходимой температуры и выдерживали в течение заданного времени. Скорость нагрева автоклава составляла 10°C/мин. После окончания эксперимента реактор охлаждали до комнатной температуры.

Условия проведения эксперимента (катализатор  $Fe_2O_3$ ) гидрогенизации фракции ПКС, представлено в таблице 1.

## Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

Таблица 1. Условия проведения экспериментов (объем реактора 0.2 л)

Номер эксперимента	Т, мин	Т <sub>set</sub> , °С	Р, МПа	Смола, г	Катализатор	
					Г	%
1	2	3	4	5	6	7
1	60	420	3,0	20,00	0,1	0,5
2	60	420	3,0	20,00	0,2	1,0
3	60	420	3,0	20,00	0,6	3,0
4	60	420	3,0	20,00	1,0	5,0

В первой ступени процесса гидрогенизации происходит подготовка сырья к его расщеплению в присутствии водорода. В случае гидрогенизации жидких высокомолекулярных продуктов, таких, как фракция ПКС, на первичном этапе происходят процессы гидрирования с одновременным отщеплением от соединений, содержащих кислород, азот или серу, этих элементов в виде воды и таких газов, как аммиак и сероводород. Хотелось бы отметить, что одновременно происходит как бы «обогащение» исходного сырья и продуктов реакции водородом.

Исходная фракция ПКС с к.к. 175°С, химический состав состоит из парафиновых углеводородов, фенол и фенол производных, нафталина и производных нафталина. В таблице 2 показано влияние количества добавляемого нанокатализатора Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> на индивидуальный состав широкой фракций первичной каменноугольной смолы с температурой 175°С - 270°С.

Таблица 2. Влияние количества нанокатализатора Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> на индивидуальный химический состав дистиллятной фракций с к.к. 175°С - 270°С

Соединения	Количество добавляемого катализатора, %				
	0	0,5	1	3	5
1	2	3	4	5	6
Фенол	5,34	6,42	8,81	6,69	5,26
2-метилфенол	7,89	5,40	7,00	5,70	4,28
2-пропилфенол	–	–	–	0,37	–
4-метилфенол	4,36	10,99	15,53	12,22	7,29
2-этилфенол	5,65	1,75	2,08	1,73	1,32
2,4-диметилфенол	2,74	–	–	7,33	4,75
3,4-диметилфенол	0,38	1,01	10,33	1,28	–
2,3-диметилфенол	–	0,84	0,77	–	2,67
2,6-диметилфенол	1,08	0,53	–	0,95	0,84
3,5-диметилфенол	–	–	8,20	8,14	6,39
Нафталин	2,09	1,49	2,19	2,02	–
2-этил-5-метилфенол	1,94	2,41	0,31	–	1,8
2-этил-4-метилфенол	–	0,28	1,08	2,28	3,98
3-этил-5-метилфенол	–	2,34	–	5,97	–
2-этил-6-метилфенол	–	3,17	–	–	–
2,4,6-триметилфенол	0,64	1,56	1,19	2,24	0,85
3,4,5-триметилфенол	–	–	–	0,77	1,4
2,3,5,6-тетраметилфенол	–	–	–	0,24	1,27
3-метил-4-изопропилфенол	–	1,25	1,40	–	–
2-метил-5-(1-метиэтил)фенол	–	0,54	0,69	1,69	4,68
1-метилнафталин	–	1,98	3,47	5,74	2,94



**Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

Продолжение таблицы 1.

1	2	3	4	5	6
2-метилнафталин	–	4,13	1,80	–	–
Тридекан	1,02	2,49	1,41	1,41	2,03
Тетрадекан	4,03	2,17	2,19	1,39	1,95
Гексадекан	3,45	1,24	1,05	0,76	1,62
2,6-диметилнафталин	0,98	3,38	2,58	2,56	1,65
Пентадекан	5,93	1,56	1,44	0,99	0,92
2,3-дегидро-4-метил-1Н-инден	–	–	–	0,66	1,04
2,3-дегидро-4,7-диметил-1Н-инден	–	–	0,39	0,59	–
2,3-дегидро-1,4,7-триметил-1Н-инден	–	1,42	1,47	–	–
2,3-дегидро-1,1,3-триметил-1Н-инден	0,23	–	0,20	–	–
1-этил-2,3-дегидро-1Н-инден-1	–	–	–	0,31	–
1-(2-гидрокси-5-метилфенил)этанон	–	1,31	–	–	–
1,4-диметилнафталин	2,02	0,44	–	0,84	1,4
2,3-диметилнафталин	3,98	0,65	0,84	1,04	2,07
1,4,6-триметилнафталин	0,79	0,39	–	0,23	0,28
1,6,7-триметилнафталин	1,64	0,70	0,36	0,17	1,98
2,3,6-триметилнафталин	–	1,56	1,12	0,91	1,68
1,2,3,4-тетрагидро-6-пропилнафталин	–	0,16	–	2,20	1,85
1-метил-7-(1-метилэтил)-нафталин	–	0,32	0,18	–	0,44
6-метил-4-инданол	–	0,68	0,81	–	–
Гептадекан	0,88	0,82	1,02	0,36	1,76
Октадекан	–	–	–	0,19	–
Этилбензол	13,03	–	–	0,25	–
1,3-диметилбензол	10,01	–	0,62	0,34	–
Бензол	3,81	10,45	–	–	–
о-ксилен	0,79	0,72	–	–	–
р-ксилен	–	–	–	0,50	–
Нонан	0,98	–	0,25	0,35	–
1,3-диэтилбензол	–	–	0,40	–	–
1-этил-4-этилбензол	–	–	–	0,49	–
1-этил-2-метилбензол	–	–	–	0,59	–
1,2,3-триметилбензол	7,89	0,58	0,65	0,60	0,36
Декан	4,21	0,56	0,89	0,50	0,44
1,3,5-триметилбензол	–	0,28	–	0,47	–
1-метилюдан	–	0,32	–	–	–
1-метил-2(1-метилэтил)бензол	–	–	–	0,76	–
1-метил-3-пропилбензол	–	–	–	0,34	–
(1-этил-1-пропенил) бензол	–	0,31	–	–	–
Ундекан	1,03	1,22	1,04	1,03	–
(3-метил-2-бутенил)-бензол	–	–	–	0,46	–
Додекан	1,21	–	1,38	1,01	1,04
α,β,β-триметилстерен	–	1,18	–	–	–
Метилциклогексан	–	–	–	0,69	–
2,4-диметилпиридин	–	0,447	–	0,58	–
2-метилпиридин	–	–	–	0,47	–
3-метилпиридин	–	–	–	0,34	–

Продолжение таблицы 1.

1	2	3	4	5	6
2,6-диметилпиридин	–	–	–	0,30	–
2,4,6-триметилпиридин	–	–	–	0,57	–
1-(2-гидрокси-5-метилфенил)этанон	–	–	–	1,20	–
1-(2,4-диметилфенил) этанон	–	–	–	0,22	–
Выход гидрогенизата в процессе гидрогенизации фракции ПКС к.к. 175°С, %	81,31	87,3	88,49	87,9	86,92

Данные представленные в таблице 2 и рисунке 1 ярко выражают увеличение фенола и его метилпроизводных до 50% в широкой фракции 270°С, в количестве добавляемого катализатора от 0,5% до 5%, что в значительной степени выше количества образовавшихся производных фенола в процессе гидрогенизации без участия катализатора. Концентрация нафталина и его метилпроизводных в количестве добавляемого катализатора 0,5% - 1% увеличилась до 18,3% и 19,75%, и незначительно уменьшилась до 15,8% и 17,7% при добавлении 3% и 5% используемого катализатора. Содержание бензола снизилось с 33,2% без участия катализатора до 8,05% при добавлении 1% катализатора, и незначительно увеличилось до 14,1% в количестве 3%. Видимо, снижение бензола, связано с гидрированием прочного ароматического ядра с образованием циклогексана, который как имеющий менее прочное нафтеновое кольцо расщепляется на менее низкие соединения. Выход парафинов увеличивается в процессе добавления 0,5% и 1% с 21,9% до 28,9%, и уменьшается до 19,45% при большем добавлении катализатора (до 5%). Концентрация бензола и его метилпроизводных аналогична ситуации нафталина и его производных и парафинов. Увеличение содержания фенола с 4,18% в исходной фракции ПКС с к.к.175°С, до 8,81% и выхода его метилпроизводных (до 50%) при добавлении катализатора от 0,5% до 5% позволяет нам сделать вывод, о том, что синтезированный нанокатализатор активно участвует в процессе образования низших фенолов согласно схеме, представленной на рисунке 2.

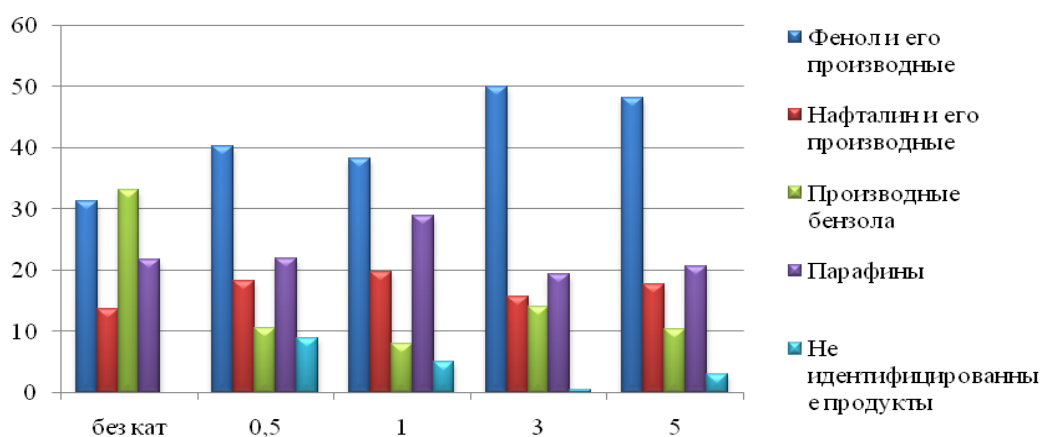


Рисунок 1. Влияние нанокатализатора Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> на выход продуктов гидрогенизации широкой фракции до 270°С

Результаты влияния нанокатализатора Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> на выход продуктов гидрогенизации широкой фракции до 270°С, показывают, что концентрация фенола и его производных увеличилась с 28% от исходного содержания во фракции ПКС к.к.175°С до 50% при добавлении от

3% катализатора. Содержание парафинов достигает экстремума в добавлении 1% катализатора, и составляет 28,9%, что является выше концентрации исходной фракции ПКС к.к.175<sup>0</sup>С – 11,7%. Видимо, это связано со снижением скорости гидрирования и повышением скорости расщепления с ростом насыщенности углеводорода, как представлено на схеме на рисунке 2.

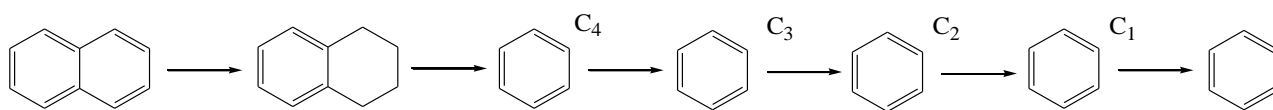


Рисунок 2. Схема расщепления нафталина

Поведение других высококонденсированных углеводородов в процессе гидрогенизации [4] аналогично позволяет считать, что в данном процессе расщепляются не исходные углеводороды, а продукты их гидрирования. В процессе деструктивной гидрогенизации ароматические углеводороды практически не поддаются конденсации. Из шестичленных углеводородов дегидрированию не поддаются такие соединения, в которых оба водородных атома, находящиеся у одного из углеродных атомов, замещены какими-либо радикалами, а также соединения, имеющие внутренний мостик. Пятичленные и семичленные циклы при этих условиях не дегидрируются, поэтому реакция каталитического дегидрирования протекает избирательно. Нанокатализатор в присутствии водорода размыкает пентаметиленовое кольцо, которое при дегидрировании переходит в ароматический углеводород. В связи с этим, геометрия влияния нанокатализатора не является плоской, на ней имеются неровности различного масштаба. Отдельные неоднородности рельефа поверхности имели модуляции по высоте 619 нм, а средняя квадратичная шероховатость поверхности Rq характеризовалась размером 3,27 нм. Видимо, причина некоторого увеличения шероховатости поверхности связано с меньшим влагосодержанием.

Органические вещества, вступая во взаимодействие с реакционными центрами, дезактивируют их, уменьшение количества катализатора уменьшает выход продуктов гидрирования, а выход продуктов деструкции увеличивает.

Сравнение результатов широкой фракции с к.к. 270<sup>0</sup>С, представленные в таблице 2 и на рисунке 1, полученной в процессе гидрогенизации фракции ПКС с к.к.175<sup>0</sup>С, в присутствии нанокатализатора Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в количестве от 0,5% до 5% в среде водорода, позволяет заключить, что степень конверсии гидрогенизата выше (до 88,49%), чем при проведении процесса без участия катализатора (81,31%). Проведенные исследования демонстрируют высокую эффективность применения нанокатализатора Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в процессе гидрооблагораживания.

Таким образом, нами проведена оценка влияния нанокатализатора Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> на выход гидрогенизата широкой фракции ПКС до 270<sup>0</sup>С в процессе гидрогенизации фракции ПКС с к.к.175<sup>0</sup>С. По результатам проведенных экспериментов можно заключить, что наноразмерный катализатор способствует химической деструкции ОМУ в составе широкой фракции до 270<sup>0</sup>С ПКС.

#### СПИСОК ИСПОЛЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Рябов В.Д. Химия нефти и газа. - М.: ИД «Форум», 2009. – 335 с.
- 2 Кричко А.А., Гидрогенизация угля в СССР. – М.: Библиотечка инженера, 1984. – 47с.
- 3 Кричко А.А., Бейлина Н.Ю., Заманов В.В., Озеренко А.А., Озеренко Е.А., Фросин С.Б. Новая концепция переработки коксохимической смолы // Химия твердого топлива. - 2006. - №5.- С. 22-29.
- 4 Калечиц И.В. Моделирование ожигения угля. – М: ИВТАН, 1999. – 229 с.

Г.Н. Мусина, Г.Ш. Жаксыбаева, М.И. Байкенов, Ж.А. Журинтаев

**Бастапқы тас көмір шайырының жеңіл фракциясын нанокатализатор қатысында каталитикалық гидрогенизациялау**

**Аңдатпа.** Мақалада бастапқы тас көмір шайырының жеңіл фракциясының каталитикалық гидрогенизациясы сипатталған. Процесстің өту шарттарын таңдау іске асырылған.  $Fe_2O_3$  нанокатализаторын әр түрлі қатынаста қолдана отырып гидрогенизациялау процесі келтірілген. Қайнау соңы  $175^{\circ}C$  болатын бастапқы тас көмір шайырының фракциясын гидрогенизациялау процесі барысында  $Fe_2O_3$  нанокатализаторының бастапқы тас көмір шайырының кең фракциясының гидрогенизат шығысына әсері анықталған. Жүргізілген зерттеулер гидрожетілдіру барысында  $Fe_2O_3$  нанокатализаторын қолдану тиімділігінің жоғары болатындығын көрсетті.

**Түйін сөздер:** гидрогенизациялық процесстер, нанокатализатор, бастапқы тас көмір шайыры, гидрожетілдіру.

G. Musina, G. Zhaxsybayeva, M. Baikenov, Zh. Zhurintayev

**Catalytic hydrogenation of light fractions primary coal tar in the presence nanocatalysts**

**Abstract.** The article describes the catalytic hydrogenation the light fraction of primary coal tar. Selecting the conditions of the process. Spend a hydrogenation process using  $Fe_2O_3$  nanocatalyst in various ratios in a hydrogen atmosphere. The effect of  $Fe_2O_3$  nanocatalyst output hydrogenation broad fraction of PCT to  $270^{\circ}C$  in the process of hydrogenation PCT faction with b.e.  $175^{\circ}C$ . Studies have shown high efficiency of  $Fe_2O_3$  nanocatalyst during hydroforming.

**Keywords:** hydrogenation processes nanocatalyst, primary coal tar, hydroforming, an organic mass of coal.

УДК 541.1:662.237.1

Г.Н. МУСИНА, М.К. ИБАТОВ, М.И. БАЙКЕНОВ, Г.Ш. ЖАКСЫБАЕВА  
(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)

**ОПТИМИЗАЦИЯ КАВИТАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СМОЛЫ  
ТОО «САРЫ-АРКА СПЕЦКОС»**

**Аннотация.** Рассмотрена оптимизация кавитационной обработки каменноугольной смолы ТОО «Сары-Арка Спецкос». Проведены опыты на аппарате РПК с изучением зависимости выхода фракции до 270°C из каменноугольной смолы предварительно обработанной с помощью РПК. На основании опытных исследований установлены оптимальные условия кавитационной обработки каменноугольной смолы.

**Ключевые слова:** кавитационная обработка, аппарат РПК, зависимость выхода фракции, каменноугольная смола.

Для определения оптимальных условий кавитационной обработки каменноугольной смолы были проведены экспериментальные работы с использованием метода математического планирования эксперимента и путем статистической обработки экспериментальных данных с выводом обобщенного уравнения по Протодьяконову-Малышеву [1-3]. Опыт проводили на аппарате РПК. В качестве критерия оценки влияния РПК использовали выход фракции до 230°C, которая была получена с помощью фракционирования обработанной каменноугольной смолы. Эксперименты проводились по матрице представленной в таблице 1.

Таблица 1. Матрица 4-факторного планирования эксперимента на 5 уровнях

№	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	У <sub>эк</sub> , %	У <sub>п</sub> , %
1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	1	1	14,4	12,5
2	1	3	3	3	17,3	25,9
3	1	2	2	2	18,0	23,0
4	1	5	5	5	12,5	16,5
5	1	4	4	4	23,4	22,8
6	3	1	3	2	10,4	18,3
7	3	3	2	5	24,3	25,6
8	3	2	5	4	22,5	20,7
9	3	5	4	1	21,1	18,4
10	3	4	1	3	10,5	17,1
11	2	1	2	4	20,3	17,6
12	2	2	5	1	18,4	22,6
13	2	3	4	3	17,1	22,7
14	2	5	1	2	12,2	13,6
15	2	4	3	5	18,4	24,4
16	5	1	5	3	16,3	15,7
17	5	3	4	2	18,1	24,9
18	5	2	1	5	14,1	16,9
19	5	5	3	4	10,1	19,6
20	5	4	2	1	28,1	23,8

Продолжение таблицы 1.

1	2	3	4	5	6	7
21	4	1	4	5	12,1	17,2
22	4	3	1	4	20,1	18,4
23	4	2	3	1	18,1	24,2
24	4	5	2	3	16,3	18,9
25	4	4	5	2	26,1	21,1

В таблице 10 колонки:  $Y_{эк}$ , % – это выход фракции до 230°C из каменно-угольной смолы предварительно обработанный с помощью РПК;  $Y_n$ , % – это расчетное значение выхода фракции до 230°C из каменноугольной смолы, которая была рассчитана по обобщенному уравнению Протодьяконова-Малышева. Переменные факторы и уровни их варьирования приведены в таблице 2. Результаты оценивались по функции выхода фракции до 230°C из каменноугольной смолы. После проведения матричных экспериментов, осуществлялась выборка и подбор частных зависимостей. В основе приема подбора аппроксимирующей функции лежит метод наименьших квадратов.

Таблица 2. Уровни изучаемых факторов и интервалы их варьирования

Факторы	Уровни				
	1	2	3	4	5
$X_1$ – количество тетралина, %	2	4	6	8	10
$X_2$ – продолжительность, мин	1	2	3	4	5
$X_3$ – количество катализатора (оксид железа), %	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
$X_4$ – концентрация воды, %	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5

В начале точки аппроксимировались на уравнении прямой. При этом, если эта модель оказывалась адекватной со значимыми коэффициентами корреляции  $R > 0,66$  [2], и его значимости  $t_R > 2$  [4], то она сохранялась, в случаи, не адекватности – переходили к моделям более высоких порядков. Дополнительно использовали информацию, связанную с физическим смыслом изучаемой зависимости. Точечные графики и кривые аппроксимации для оптимизации процесса по проценту выхода фракции до 230°C из каменноугольной смолы (предварительно обработанная с помощью РПК) приведены на рисунке 1.

Каждую из частных функций проверяли на значимость, используя коэффициент нелинейной множественной корреляции и его значимость для 5% уровня [2,4].

Расчетные значения всех частных зависимостей их значимость приведены в таблице 3. Определив значимость частных функций, составили обобщенное уравнение Протодьяконова-Малышева по каждому параметру оптимизации:

$$Y_n = \prod_{i=1}^n Y_i \quad (1)$$

где  $Y_n$  – обобщенная функция;

$Y_i$  – частная функция;

$\prod_{i=1}^n$  – произведение всех частных функций;

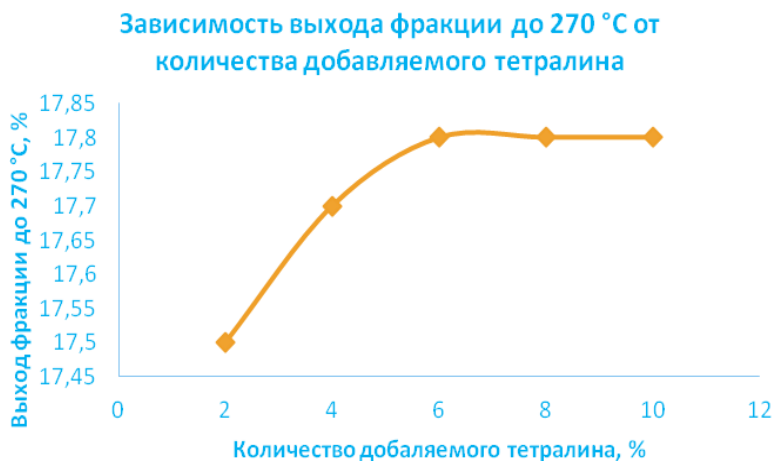
**Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

$\bar{O}_{\text{нд}}$  – общее среднее всех учитываемых значений;

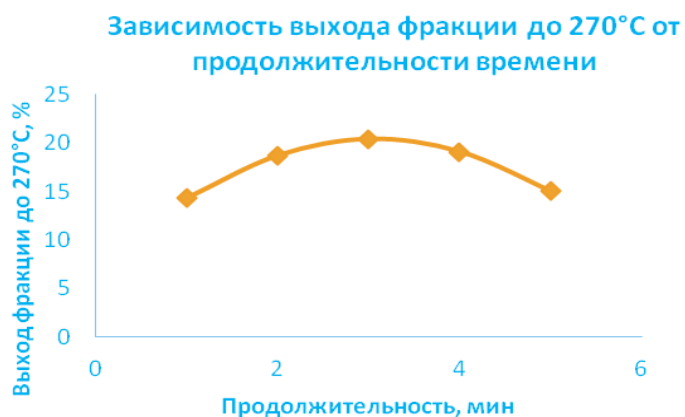
$n$  – число факторов частных функций.

С учетом исключения частной зависимости  $Y_4$  получим:

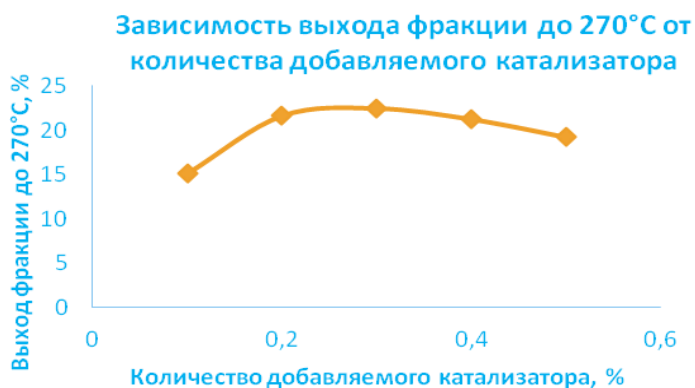
$$Y_n = (17,39 + 0,1942 \ln \delta_1) \cdot (6,82 + 8,84\delta_2 - 1,44\delta_2^2) \cdot (\bar{O}_3 / 0,0054 + 0,0046\bar{O}_3 + 0,07\bar{O}_3^2) \cdot 18,6^{-2} \quad (2)$$



а)



б)



в)

Рисунок 1. (а,б,в) – Частные зависимости выхода фракции до 270°С из каменноугольной смолы предварительно обработанная с помощью РПК

## Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

Обобщенное уравнение (2) проверялось на значимость путем сравнения вычисленных результатов по обобщенному уравнению (1) с экспериментальными данными, представлены в таблице 3.

Таблица 3. Расчетные значения частных функций их значимость

Функции	Уровни					R	t <sub>R</sub>
	1	2	3	4	5		
$Y_1 = 17,39 + 0,1942 \ln X_1$	17,5	17,7	17,8	17,8	17,8	0,93	11,56
$Y_2 = 6,82 + 8,84 X_2 - 1,44 X_2^2$	14,3	18,7	20,4	19,1	15,0	0,99	15,31
$Y_3 = X_3 / 0,0054 + 0,0046 X_3 + 0,07 X_3^2$	15,2	21,6	22,4	21,2	19,2	0,99	17,11

Проверка на значимость аппроксимирующих функций с использованием коэффициента нелинейной корреляции и его значимости для 5% уровня показал, что они оказались значимые для всех частных функций, а для частной функции  $Y_4$  концентрация воды в каменноугольной смоле оказалась незначимой.

На основании проведенных исследований установлены следующие оптимальные условия кавитационной обработки каменноугольной смолы:

- количество добавляемого тетралина в каменноугольную смолу 8%;
- продолжительность 4 мин;
- количество добавляемого катализатора в каменноугольную смолу 0,4 %.

Таким образом, процесс кавитационной обработки каменноугольной смолы в оптимальных условиях, осуществляется с выходом фракции с температурой кипения до 230°C – 26,4%.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Малышев В.П. Вероятностно-детеминированное планирование эксперимента. - Алма-ата.: Наука, 1981. – 116 с.
- 2 Дукарский О.М., Закурдаев А.Г. Статистический анализ и обработка данных на ЭВМ «Минск-22». - М.: «Статистика», 1971. – 18 с.
- 3 Малышев В.П. Математическое планирование металлургического и химического эксперимента. - Алма-ата.: Наука, 1977. – 36 с.
- 4 Сиськов В.И. Корреляционный анализ и экономических исследованиях. - М.: «Статистика», 1975. – 21 с.

Г.Н. Мусина, М.К. Ибатов, М.И. Байкенов, Г.Ш. Жаксыбаева

#### «Сары-Арқа арнайы кокс» ЖШС тас көмірлі шайырын кавитациялықты өңдеуді оңтайлау

**Аңдатпа.** «Сары-арқа арнайы кокс» ЖШС тас көмірлі шайырын кавитациялықты өңдеуді оңтайлау мәселесі қарастырылған. РПК көмегімен алдын-ала өңделген тас көмірлі шайырдан 270<sup>0</sup>С дейінгі фракциялық шығымның тәуелділігін зерттеумен РПК аппаратында тәжірибелер орындалған. Тәжірибелі зерттеулер негізінде тас көмірлі шайырды кавитациялықты өңдеуді оңтайлау жағдайлары анықталған.

**Түйін сөздер:** кавитациялық өңдеу, РПК аппараты, фракцияның шығым тәуелділігі, тас көмірлі шайыр.



G.N. Musina, M.K. Ibatov, M.I. Baikenov, G.Sh. Zhaxsybayeva

**Optimization of cavitation processing of coal tar by llp “Sary-Arka spetskos”**

**Abstract.** The optimization of cavitation processing of coal tar by LLP “Sary-arka Spetskos” is considered. Experiments were performed on the machine with the use of RPC equipment with study of dependence of the fraction to 270 °C from coal tar, pretreated with the RPC equipment. On the basis of experimental research, the optimal conditions for cavitation processing of coal tar were identified.

**Keywords:** cavitation treatment, RPC equipment, the dependence of fractions output, stone-coal tar.

УДК 622.742

Г.М. ЖУМАНАЗАРОВА, Г.Ш. ЖАКСЫБАЕВА, В.В.МЕРКУЛОВ, Г.Н. МУСИНА  
(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)

### СИНТЕЗ ВИНИБУТИЛОВГО ЭФИРА НА СОВМЕЩЕННЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ

**Аннотация.** В данной работе изучался синтез винилбутилового эфира на совмещенной каталитической системе из ацетилена и бутилового спирта. Описаны основные промышленные способы получения виниловых эфиров. Были проведены опыты чтобы определить зависимость выхода эфира-сырца от концентрации каталитического раствора. По результатам исследования сделаны выводы об основных преимуществах предлагаемого способа винилирования.

**Ключевые слова:** винилбутиловый эфир, каталитический раствор, себестоимость, щелочь.

Основные направления развития химической промышленности состоят, с одной стороны, в поиске новых соединений и материалов, а с другой – в повышении эффективности производства существующей номенклатуры химической продукции. Эффективность по существу определяется экономикой, и ее повышение обеспечивается снижением затрат сырья и материалов, энергии, капитальных вложений и повышением производительности труда.

Существуют разные пути влияния на перечисленные составляющие эффективности с целью ее повышения. Есть известные инженерные приемы, к которым относятся рекуперация энергии, использование тепла с помощью котлов-утилизаторов, оптимизация технологических схем разделения и выделения продуктов по минимуму затрат, улавливание и рекуперация отходов и др. Не менее важным, а часто наиболее кардинальным в повышении эффективности химического производства является открытие новых реакций и каталитических систем, а также выяснение детального механизма протекающих реакций, позволяющее найти пути осуществления процесса с максимальной эффективностью [1].

В данной работе изучался синтез винилбутилового эфира на совмещенной каталитической системе из ацетилена и бутилового спирта.

Виниловые эфиры служат потенциальным источником разнообразных продуктов и материалов с уникальным набором свойств. Полезные свойства этих соединений привлекают внимание исследователей, работающих в различных областях науки и техники. На основе виниловых эфиров созданы и создаются синтетические волокна и пластмассы, флотореагенты и экстрагенты, препараты для медицины и сельского хозяйства. Быстро возрастает использование виниловых эфиров в таких важных отраслях, как производство полимеров, лаков и красок, смазочных материалов, покрытий, адгезивов и т.д. [2].

Винилирование спиртов можно проводить как под избыточным давлением ацетилена, так и при атмосферном давлении при условии, если температура кипения спирта выше температуры синтеза.

Винилирование спиртов при атмосферном давлении

Винилирование при атмосферном давлении можно вести и в жидкой фазе, и в реакторах с неподвижным слоем катализатора. Наибольшее распространение получил жидкофазный синтез в барботажных реакторах. Без растворителя в таких реакторах можно винилировать спирты с т. кип. 393 К и выше. Катализаторами реакции служат гидроксиды щелочных металлов: NaOH, KOH, LiOH или их алкоголяты. Процесс осуществляют при 453-473 К. Выход эфира за один проход достигает 75% [3].

Винилирование спиртов при повышенном давлении

Основной способ получения поливиниловых эфиров в промышленности – винилирова-

## Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

ние спиртов при повышенном давлении ацетилена в присутствии гидроксидов щелочных металлов или их алкоголятов при повышенных температурах в среде растворителя ацетилена или без него.

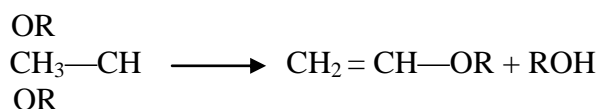
Промышленное производство поливиниловых эфиров стало возможным после разработки безопасной технологии синтеза эфиров на основе ацетилена при повышенных температурах и давлении, поскольку при повышенном давлении ацетилен обладает способностью к спонтанному разложению. Разложение может закончиться взрывом, если поблизости имеется сильный источник энергии, причем взрыв происходит даже при отсутствии воздуха. Работы В. Реппе и его школы наметили два общих метода предотвращения взрывного разложения ацетилена.

Если необходимо использовать ацетилен с относительно небольшим парциальным давлением, его можно разбавлять инертным газом, например, азотом или пропаном. Степень разбавления должна быть достаточной для обеспечения безопасного ведения процесса: она зависит от температуры, природы газа-разбавителя и давления процесса.

Однако этот метод неприменим, когда требуется высокое парциальное давление ацетилена. В этом случае свободное реакционное пространство в аппаратах ограничивают до минимума и для подвода ацетилена используют трубы малого диаметра, а трубопроводы диаметром более 25 мм заполняют насадкой типа стальных колец Рашига диаметром 12,5 мм или еще меньше. Такое разбиение свободного пространства в аппаратах весьма эффективно предотвращает образование и распространение взрывной волны. В таком случае вместо взрывного разложения ацетилена происходит его медленное разложение, сопровождающееся 12-кратным повышением давления по сравнению с первоначальным [4].

Другие методы получения простых виниловых эфиров

Пиролиз ацеталей ацетальдегида. Виниловые эфиры могут быть получены пиролизом ацеталей ацетальдегида при 473-673 К над катализатором – мелкораздробленным благородным металлом:

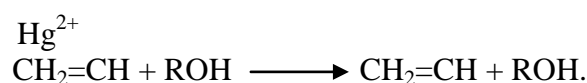


Например, винилэтиловый эфир получают пропусканьем паров диэтилацетала ацетальдегида через палладий на асбесте при 543 К, а н-винилбутиловый эфир из дибутилацетала – при 573 К.

Применяемые для пиролиза ацетали получают взаимодействием ацетальдегида с соответствующими спиртами. Реакция легко протекает с первичными спиртами, но довольно трудно с вторичными.

Несмотря на такие недостатки процесса, как многостадийность, необходимость предварительного синтеза ацеталей, применение дорогостоящего катализатора, высокая температура синтеза, пиролиз виниловых эфиров соответствующих ацеталей ацетальдегида осуществляется в промышленном масштабе [5].

Перезтерификация. Виниловые эфиры получают также реакцией обмена низших винилалкиловых эфиров с соответствующим спиртом. Синтез осуществляется как в жидкой, так и в паровой фазах, реакция катализируется солями ртути:



Перезтерификацию в жидкой фазе проводят простым смешением реагентов вместе с катализатором и выдерживанием смеси при комнатной температуре в течение длительного

## Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

времени. Степень конверсии в соответствующий эфир можно увеличить, непрерывно удаляя образующийся спирт из сферы реакции.

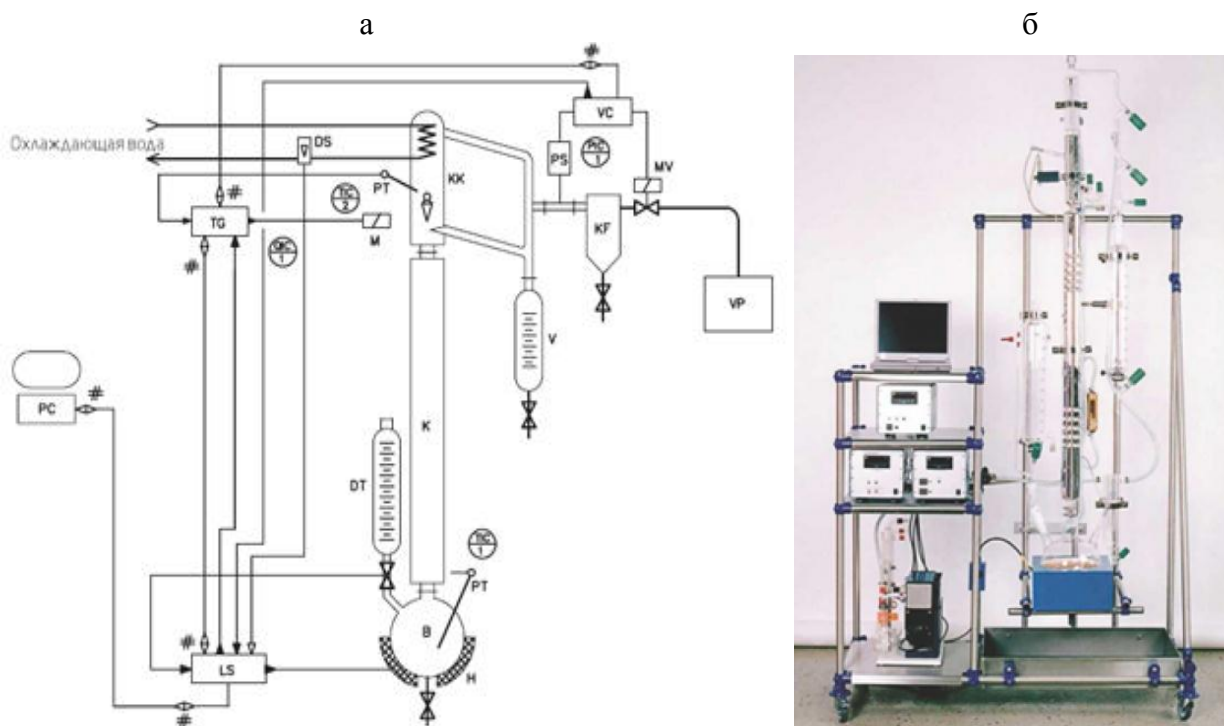
Переэтерификацию в паровой фазе проводят при 523-573 К.

Получение из этилена и спиртов простые виниловые эфиры получают также взаимодействием соответствующих спиртов и этилена в присутствии комплексов двухвалентного хлорида палладия или металлического палладия [6].

Из сравнения способов получения виниловых эфиров очевидно, что их синтез из ацетилена и соответствующих спиртов при атмосферном давлении является наиболее эффективным. Достоинства этого способа: высокий выход продукта, непрерывность и одностадийность, доступность и низкая стоимость сырья. Все другие процессы протекают при высоких температурах в присутствии дорогостоящих катализаторов и требуют предварительного синтеза либо ацеталей ацетальдегида, либо винилалкиловых эфиров

В данном исследовании за счет использования совмещенных катализаторов определяется возможность снижения себестоимости продукции, поскольку экономия материальных и энергетических затрат и уменьшение количества не утилизируемых отходов – одно из важнейших направлений совершенствования химических производств.

На основе патента №22769 были проведены опыты синтеза винилбутилового эфира. Синтез виниловых эфиров ведется в кожухотрубном реакторе барботажного типа с наружными циркуляционными трубами для циркуляции катализаторного раствора.



В – Перегонная колба; DS – Датчик слежения за расходом; DT – Капельная воронка;  
Н – Колбонагреватель; К – Насадочная колонна; KF – Охлаждаемая ловушка;  
КК – Головка колонны; LS – Контроллер мощности; М – Электромагнит для управления обратным потоком; MV – Электромагнитный клапан для запираания вакуума; PC – ПК;  
PS – Датчик вакуума; Pt – Датчик температуры Pt 100; TG – Таймер; V – Сборник с нанесенными делениями; VC – Контроллер вакуума; VP – Вакуумный насос

Рисунок 1. Экспериментальная установка синтеза винилбутилового эфира

## Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

Ацетилен поступает в реактор через распылитель специальной конструкции, установленный внизу кубовой части реактора, увлекая катализаторный раствор, поступает в трубчатку, которая установлена в средней части реактора и служит для создания режимной температуры. Температура поддерживается подачей пара в межтрубное пространство трубки. Для уменьшения уноса бутанола и укрепления концентрации эфира в верхней части реактора установлены змеевиковые тарелки, охлаждение которых происходит циркулирующей оборотной водой [7,8].

Принципиальная схема экспериментальной установки приведена на рисунке 1. Некоторые исследователи использовали аналогичную установку.

Во избежание переброса катализаторного раствора, в реакторе имеется верхняя полая часть, снабженная специальными отбойниками.

Перед пуском реактор заполняют катализаторным раствором NaOH на 1/3 общего объема с добавлением 10% KOH в качестве сокатализатора. Полученный винилбутиловый эфир полимеризуют при температуре (10-25°C) в растворе бензина марки «Нефрас». Результаты эксперимента, демонстрирующие зависимость выхода эфира-сырца от концентрации катализаторного раствора, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Зависимость выхода эфира-сырца от концентрации катализаторного раствора

Концентрация катализаторного раствора	стандартный NaOH	5%	6%	7%	8%	9%	10%
Выход эфира-сырца	65%	68%	72%	78%	85%	85%	85%

На рисунке 2 данные результаты представлены в виде диаграммы.

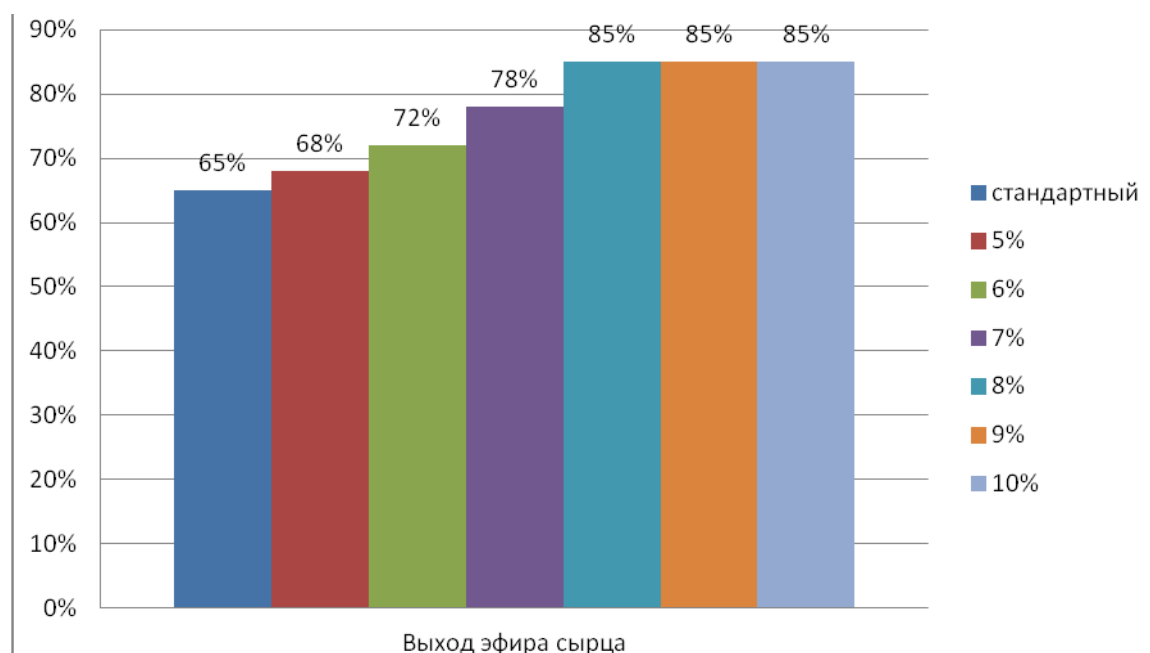


Рисунок 2. Диаграмма зависимости выхода эфира-сырца от концентрации катализаторного раствора

По результатам проведенных экспериментов можно сделать следующие выводы об основных преимуществах предлагаемого способа винилирования. Они заключаются в следующем:

- увеличен выход винилбутилового эфира-сырца до 85%;

## Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

- процесс вели при пониженном содержании щелочи в диапазоне 5-8% масс. КОН, реакция проходила в мягких условиях без выбросов и не сказалось на выходе эфира-сырца;
- полученный ВБЭ используется для синтеза полимеров с молекулярной массой 100000 – 800000 с использованием эфиратов хлорного олова, хлорного алюминия, сульфат алюминия;
- полимеризация ВБЭ может проводится при пониженных температурах (10-25°C);
- низкая температура позволяет значительно сэкономить количество энергии, что положительно сказывается на себестоимости продукции;
- изменяя концентрацию мономера в растворителе можно получать полимеры с заданной молекулярной массой с узким массомолекулярным распределением;

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Колесников И.М. Катализ и производство катализаторов. – М.: Техника, ООО «ТУМА ГРУПП», 2004. – 400 с.
- 2 Петров А.А., Бальян Х.В., Троценко А.Т. Органическая химия. 2002-605с.<http://www.alleng.ru/d/chem/chem303.htm>
- 3 Трофимов Б.А. Гетероатомные производные ацетилена. Новые полифункциональные мономеры, реагенты и полупродукты. — М.: Наука, 1981.-319с.
- 4 Trofimov B.A. Acetylene and its Derivatives in Reactions with Nucleophiles: Recent Advances and Current Trends. Current Organic Chemistry. – 2002. – V.6. – № 13. – P. 1121–1162.
- 5 Шостаковский М. Ф., Трофимов Б. А., Атавин А. С., Лавров В. И. Методы синтеза простых виниловых эфиров, содержащих функциональные группы и гетероатомы // Успехи химий. 1968. -Т. 27, вып. 11. - С. 2070-2093.
- 6 Лебедев Н.Н. Технология основного органического и нефтехимического синтеза. М.: Химия, 1988.
- 7 И.П. №22769 Способ получения полимера на основе винилбутилового эфира.
- 8 Москвина А.В. Новый справочник химика и технолога. Общие сведения. Строение вещества. – СПб.: АНО НПО «Профессионал», 2006.

Г.М. Жуманазарова, Г.Ш. Жаксыбаева, В.В.Меркулов, Г.Н. Мусина

#### **Винилбутил эфирін біріктірілген катализаторлар арқылы синтездеу**

**Аңдатпа.** Бұл жұмыста ацетилен мен бутил спиртінен біріктірілген катализаторлар арқылы алынатын винилбутил эфирінің синтезі зерттелді. Винил эфирлерін өндірудің негізгі өндірістік әдістері сипатталған. Катализатор ерітіндісі концентрациясынан шикі эфир шығымы байланысын анықтау үшін тәжірибелер жүргізілді. Зерттеудің нәтижесі бойынша ұсынылып отырған винилдеу әдісінің негізгі артықшылықтары жқнінде қорытындылар жасалды.

**Түйін сөздер:** винил-бутилді эфир, катализатор ерітіндісі, өзіндік құн, сілті.

G.M. Zhumanazarova, G.Sh. Zhaksibayeva, V.V. Merkulov, G.N. Musina

#### **Synthesis of vinyl butyl ether to the combination of catalysts**

**Annotation.** In this paper we studied the synthesis of vinyl butyl ether to the combined catalyst system of acetylene and butyl alcohol. Described the basic industrial methods for producing vinyl esters. Experiments to determine the dependence of the yield of raw ether concentration of the catalyst solution were carried out. According to the results of the study conclusions about the main advantages of the proposed method vinylation

**Keywords:** vinyl butyl ether, the catalyst solution, the cost, the alkali.

УДК 541.1:662.237.1

Г.Н. МУСИНА, М.К. ИБАТОВ, М.И. БАЙКЕНОВ, Г.Ш. ЖАКСЫБАЕВА  
(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ КАВИТАЦИОННОГО  
ВОЗДЕЙСТВИЯ В ЖИДКИХ СРЕДАХ**

**Аннотация.** Рассмотрены физико-химические процессы кавитационного воздействия в жидких средах. Приведено понятие кавитации, рассмотрена кавитационная область на конкретном примере с акцентом на влияние сторонних условий на развитие и интенсивность кавитации. Рассмотрены данные, касающиеся каталитической гидрогенизации углей в присутствии различных катализаторов, каталитических добавок в среде доноров водорода и кавитационных воздействий.

**Ключевые слова:** кавитационная область, парогазовые пузырьки, раствор, кавитационное воздействие, частицы.

Кавитация (от латинского *cavitas* – пустота), образование в капельной жидкости полостей, заполненных газом, паром или их смесью (так называемых кавитационных пузырьков, или каверн). Кавитационные пузырьки образуются в тех местах, где давление в жидкости становится ниже некоторого критического значения  $p_{кр}$  (в реальной жидкости  $p_{кр}$  приблизительно равно давлению насыщенного пара этой жидкости при данной температуре) [1,6,12,20].

Под кавитацией в жидкости понимают образование заполненных паром и газом полостей или пузырьков при локальном понижении давления в жидкости до давления насыщенных паров. Соотношение содержания газа и пара в полости может быть различным (теоретически от нуля до единицы). В зависимости от концентрации пара или газа в полости их называют паровыми или газовыми. Необходимо отметить, что понижение давления в жидкости до давления насыщенных паров возможно также при кипении или вакуумировании жидкости, но эти процессы распространяются по всему объему жидкости в отличие от кавитации, которая имеет ограниченную область. Кавитационная каверна, заполненная паром и газом в различных источниках, называется полостью, пузырьком, пузырьком, сферой и т.п.

Когда разрушаются кавитационные пузыри, энергия жидкости сосредотачивается в очень небольших объемах. Тем самым, образуются места повышенной температуры и возникают ударные волны, которые являются источниками шума. При разрушении каверн освобождается много энергии, что может вызвать основные повреждения. Кавитация может разрушить практически любое вещество [3,4,8].

Стабильное существование парогазовых пузырьков объясняется тем, что на поверхности пузырька имеются равномерно распределенные одноименные заряды, обусловленные находящимися в жидкости ионами. Отталкивание этих зарядов предотвращает смыкание пузырька.

При схлопывании кавитационного пузырька в раствор переходят радикалы  $\cdot\text{H}$  и  $\cdot\text{OH}$ , ионы и электроны малой энергии, образовавшиеся в газовой фазе при расщеплении молекулы  $\text{H}_2\text{O}$  и веществ с высокой упругостью пара, продукты их взаимодействия и частичных комбинаций, а также метастабильные возбужденные молекулы  $\text{H}_2\text{O}$ .

Возникающие в системе активные частицы после перехода в раствор сольватируются и реагируют с растворенными веществами. На этой стадии, когда осуществляется косвенное воздействия акустических колебаний, на ход процесса могут оказывать влияние практически только химически активные газы –  $\text{O}_2$  и  $\text{H}_2$ .

## Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

На примере *n*-декана и *n*-октана [2] показана принципиальная возможность эффективного протекания процессов химической деструкции углеводородов по типу термического крекинга в условиях воздействия импульсных нагрева и высокого давления в зоне кавитации. Поиск эффективных процессов деструкции (пиролиза) углеводородов, доступных для реализации на малогабаритных установках, давно ведется многочисленными группами исследователей. Одним из перспективных направлений считается разработка реакторов кавитационного типа, в которых кавитационные пузырьки выполняют роль реакторов с высокими внутренними температурой и давлением. Основным условием термического крекинга (термолиза), а также окисления молекулярным кислородом (аутоокисление) углеводородов в классических технологиях является повышение температуры реагентов минимум до 400-600°C и давления до 2-4 МПа во всем обрабатываемом объеме. Данное условие не является обязательным для реакторов кавитационного типа, так как аналогичные процессы могут идти внутри и в окрестности схлопывающихся пузырьков, содержащих реагирующий субстрат в газовой фазе. Пузырек ведет себя как реактор, в котором периодически (десятки тысяч раз в секунду) температура поднимается до уровня, намного превышающего необходимый для реакции. Достижимые условия длятся доли микросекунды. Однако, несмотря на короткое время воздействия и малое количество реагирующего в отдельном пузырьке вещества, при определенных условиях общий выход продуктов реакции может составить заметную величину.

Известно, что аналогичные реакции жидко- и газофазного окисления углеводородов, протекающие в классическом высокотемпературном режиме, реализованы в ряде промышленных процессов [14,16].

Лимитирующей стадией реакции термолиза насыщенных углеводородов (алканы) является разрыв связей С-С или С-Н с образованием свободных радикалов. При достаточной глубине этого превращения (до 0,1-1%) реакция в целом может существенно ускоряться, потому что протекает по цепному механизму. Причем вероятность распада длинных углеводородных цепей существенно выше (в 2-5 раз), чем коротких, что гарантирует преимущественный распад тяжелых фракций нефти и газоконденсата. Средняя энергия, необходимая для разрыва одной С-С связи составляет 3,6 eV (346 кДж/моль), что эквивалентно средней энергии фотона, испускаемого черным телом с температурой 36000°C. Очевидно, что получение таких температур внутри кавитационных пузырьков если и возможно, то требует особых условий и подбора режимов работы кавитаторов [10,14].

В настоящее время нет удовлетворительной модели кавитационной области, адекватно описывающей ее поведение и поведение принадлежащего к ней отдельного кавитационного пузырька [9,15,21]. Поведение кавитационной области зависит от многих явлений и факторов: размножение и коагуляция (коалесценция) пузырьков; их взаимодействие; изменение характера пульсаций пузырька за счет ударных волн и звукового излучения соседних пузырьков; изменение средних акустических свойств среды; микропотоки внутри кавитационной области и на границе пузырька; распределение зародышей кавитации; газосодержащие. На рисунках 1 и 2 показаны кавитационные области, образованные в ультразвуковом излучателе и в роторном импульсно-кавитационном аппарате.

В процессе своего жизненного цикла кавитационные пузырьки теряют сферическую форму в большей или меньшей степени в зависимости от максимального радиуса, частоты акустического поля, вязкости, наличия поверхностно-активных веществ.

Наибольшие деформации наблюдаются на заключительной стадии сжатия. Особенно большое влияние имеет соседство твердой стенки или близко расположенного кавитационного пузырька. Различают четыре типа сжатия, потери устойчивости и схлопывания пузырьков в ультразвуковом поле вблизи твердой поверхности. При первом типе схлопывания кумулятивные струи не наблюдаются. При втором и третьем типах схлопывания динамический импульс образуется как результат действия волн давления, распространяющихся от приле-



гающей к поверхности части пузырька, так и действия кумулятивной струи, образующейся при слиянии двух кольцевых струй. При четвертом типе схлопывания динамическое воздействие на твердую стенку оказывает волна давления, распространяющаяся от пузырька, отделенного от поверхности кольцевыми струями. При слиянии этих струй часто возникает кумулятивная струя от твердой поверхности сквозь кавитационный пузырек, что приводит к снижению динамического импульса. С увеличением вязкости жидкости кумулятивные струйки ослабевают [5,7,11,17-19].

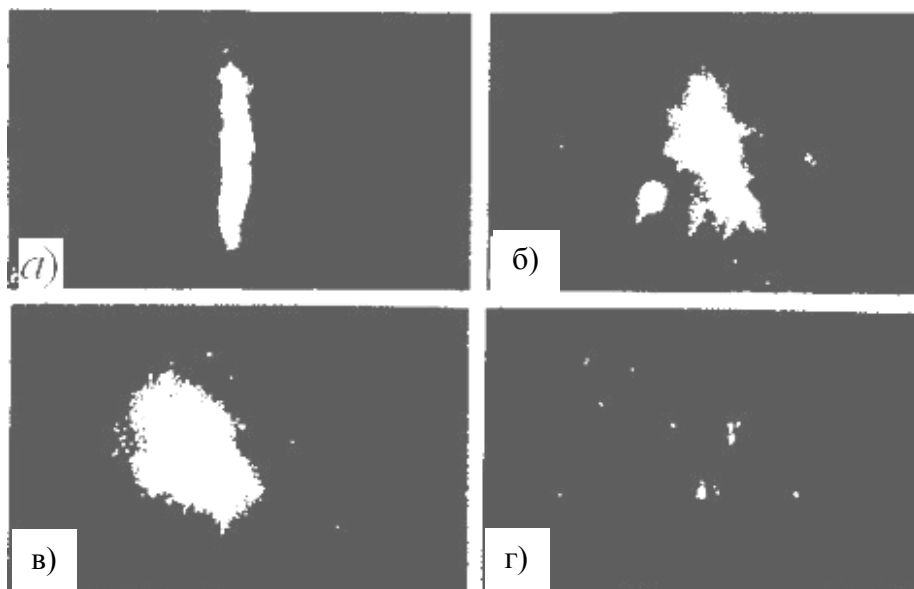


Рисунок 1. Кавитационная область, образованная над ультразвуковым магнитострикционным излучателем при различных статических давлениях:  
а – 0,9 МПа; б – 0,6 МПа; в – 0,2 МПа; г – 0,1 МПа

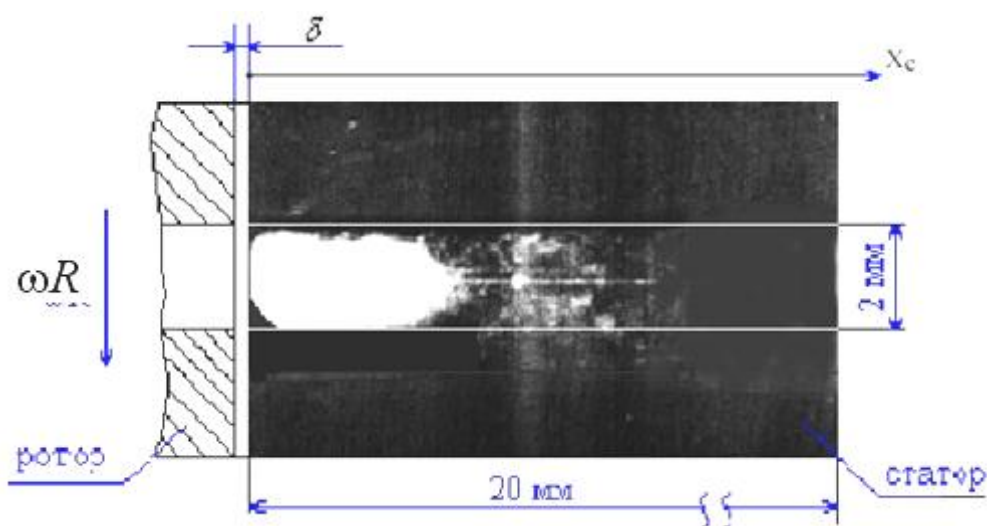


Рисунок 2. Кавитационный кластер, образованный в канале статора роторного импульсно-кавитационного аппарата

## **Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»**

Помимо кольцевых и радиальных кумулятивных струй кавитационные пузырьки образуют ряд мелких нитеобразных "отростков" и "шероховатостей", длина которых увеличивается по мере сжатия пузырьков.

Для создания кавитационной области используется определенная часть энергии первичного звукового поля. Отношение затраченной энергии к полной энергии первичного поля называется коэффициентом кавитационного использования акустической энергии [17].

Таким образом, кавитационная область представляет собой своеобразный трансформатор мощности, в котором сравнительно медленно накапливаемая энергия высвобождается в течение очень короткого времени, в результате чего мгновенная мощность во много раз превосходит среднюю, вводимую излучателем в кавитационную область.

На развитие и интенсивность кавитации большое влияние оказывают внешние условия и свойства жидкости. При кавитации в дегазированной жидкости в кавитационные пузырьки поступает меньшее количество воздуха, чем в отстоявшейся, что приводит к уменьшению демпфирующего эффекта парогазовой смеси в пузырьке при его смыкании и возрастании давления в ударной волне. Дегазация жидкости приводит к уменьшению области кавитации с одновременным увеличением интенсивности ударной волны, создаваемой кавитационными пузырьками. При повышении температуры давление внутри пузырька, определенное давлением пара и газа, увеличивается, и ударная волна ослабляется, но это также приводит к росту кавитационной области.

Эрозия твердого тела (разрушение поверхности), очистка поверхностей, удаление заусенцев и микронеровностей, диспергирование твердых частиц и эмульгирование осуществляются, в основном, двумя характерными проявлениями кавитации: ударными волнами и кумулятивными струйками, образующимися при схлопывании кавитационных пузырьков.

На поверхностях частиц и твердых тел имеются концентраторы напряжений в виде микротрещин, неровностей поверхности и тому подобное, на которых образуются зародыши кавитации. Под действием звукокапиллярного эффекта и интенсивных микропотоков жидкость проникает в поры и трещины, где при захлопывании кавитационных пузырьков возникает мощная ударная волна, способствующая разрушению материалов. Кумулятивные струйки разрушают поверхность твердого тела за счет кинетической энергии жидкости [11,15,17].

В статье [13] показано, что при кавитационной обработке высоковязкой нефти под влиянием больших локальных градиентов давления, температуры и скорости происходит интенсивное возбуждение отдельных крупных молекул нефти, в результате чего ослабляются межмолекулярные взаимодействия и уменьшаются размеры агрегатов. Попадая в область кавитации, они разрушаются по С-С-связям, что приводит к изменению соотношений различных углеводородов. Массовая доля фракций, выкипающих до 200°C, для контрольного образца высоковязкой нефти составляет 5,4 %, после кавитационного воздействия 13,1 %. Мангистауская и высоковязкая Каражанбасская нефть при различных температурах кавитационной обработки их вязкость снижается на 50-60 %. Однако автор [13] установил, что при некотором времени происходит восстановление реологических свойств нефти, т.е. значение вязкости несколько повышается.

Таким образом, технология кавитационного воздействия на компаундирования масел и бензинов, получения битума, окисления высоковязких нефтей, окисления гудрона, деструкция высоковязкой нефти широко используются в нефтяной и нефтеперерабатывающей нефтехимической промышленности.

Из обзора литературы следует, что смолы полукоксования имеют ряд не устойчивых соединений с гетероатомами, фенолами и ароматическими соединениями которые представлены высокозамещенными углеводородами, имеющими от одного до четырех колец. Смолы полукоксования заметно отличаются от смол высокотемпературного коксования из-за отсутствия в них высокоуглеродистой составляющей и тем самым смолы полукоксования могут быть использованы в качестве водороднодонорного растворителя в процессе гидрогенизации

угля. Рассмотрены и обсуждены данные, касающиеся каталитической гидрогенизации углей в присутствии различных катализаторов, каталитических добавок в среде доноров водорода и кавитационных воздействий.

В литературе отсутствуют данные по влиянию кавитационного воздействия на каменноугольную смолу и использования широкой фракции каменноугольной смолы в качестве водороднодонорного растворителя в процессе гидрогенизации угля. Этим мы объясняем актуальность данной статьи.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Акуличев Р.А. Кавитация в криогенных и кипящих жидкостях. - М.: Наука, 1978. – 280 с.
- 2 Бесов А.С., Колтунов К.Ю., Брулев С.О., Кириленко В.Н., Кузьменков С.И., Пальчиков Е.И. Деструкция углеводородов в кавитационной области в присутствии электрического поля при активации водными растворами электролитов // Письма в ЖТФ. - 2003. – Т. 29, Вып. 5. – С. 71-76.
- 3 Биркгоф Г., Сарантелло Э. Струи, следы и каверны. - М.: Мир, 1964. – 456 с.
- 4 Ивченко В.М., Немчин А.Ф. Применение суперкавитирующих насосов для обработки полуфабрикатов // Прикладная гидромеханика и гидрофизика, 1975. - Вып. 1. – С. 39-50.
- 5 Ивченко В.М. Применение суперкавитирующих насосов для обработки полуфабрикатов // Прикладная гидромеханика и гидрофизика, 1975. - Вып.1. – С. 39-50.
- 6 Кузнецов О.Л., Ефимова С.А. Применение ультразвука в нефтяной промышленности. - М.: Недра, 1995. – 192 с.
- 7 Пат. 20788116 СССР, Способ крекинга нефти и нефтепродуктов и установка для его осуществления / Кладов А.Ф.; Патент СССР RU № 2078116 С1, кл. 6С10G 1997.
- 8 Кнэпп Р., Дейли Дж., Хэммит Ф. Кавитация 1. - М.: Мир, 1974. – 668 с.
- 9 Кнэпп Р., Дейли Дж., Хэммит Ф. Кавитация 2. - М.: Мир, 1974. – 668 с.
- 10 Колпаков Л.Г., Рахматуллин Ш.И. Кавитация в центробежных насосах при перекачке нефтей и нефтепродуктов. - М.: Недра, 1980. – 143 с.
- 11 АС. СССР № 1377281 А1. Способ переработки мазута. / Курочкин А.К., Гимаев Р.Н., Валитов Р.Б. / кл. С10G 7/06, 1984.
- 12 Мачинский А.С., Яхова А., Марутовская Н.Н. Кавитационные аппараты для очистки сточных вод. - М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1991. – 240 с.
- 13 Надиров Н.К. Высоковязкие нефти и природные битумы. - Алматы.: Гылым, 2001. – Т.2. – 338 с.
- 14 Надиров Н.К., Ковальчук Т.Н. Интенсификация процесса окисления высоковязких нефтей // Вестник НАН РК, 1995. - № 5. - с. 74-77.
- 15 Нумачи Ф., Кобаяси Р., Камияма С. Влияние кавитации на точность показаний водомера Вентури // Труды Американского общества инженеров-механиков. Сер.Д.Техническая механика, 1962. - № 3. – С. 62.
- 16 Патент 3207 РК.С 10С 3/04. Способ получения битумов / Т.Н. Ковальчук, Н.К.Надиров, Н.А.Николенко – 1996. с.ш.
- 17 Перник А. Д. Проблемы кавитации. - Ленинград.: Судостроение, 1966. - 300 с.
- 18 АС. 1748336, СССР. Кавитационный реактор. / Пищенко Л.И., Климник Н.Г. / 1990, кл. В01 F5/00.
- 19 Рождественский В. В. Кавитация. - Ленинград.: Судостроение, 1977. – 247 с.
- 20 Федоткин И.М., Немчин А.Ф. Использование кавитации в технологических процессах. – Киев.: «Виша школа», 1984. – 68 с.

21 Taniguchi K., Tanibayshi. Cavitation Tests on a Series of Supercavitating Propellers, Proc.1962 Jahr Symp.on Cavitation and Hydraulic Machinery. Sendai (Japan), 1963. – P. 475-497.

Г.Н. Мусина, М.К. Ибатов, М.И. Байкенов, Г.Ш. Жаксыбаева

**Сұйық ортадағы кавитациялық әрекеттің физика-химиялық процестері**

**Аңдатпа.** Сұйық ортадағы кавитациялық әрекеттің физика-химиялық процестері қарастырылған. Кавитация түсінігі, кавитациялық даму және қарқындылықты бөтен жақтардың әрекетіне арналған нақты мысал келтірумен, кавитациялық аумақ қарастырылған. Кавитациялық әсер ету және сутегі донорлық ортадағы каталитикалық қоспалар, әртүрлі катализаторлардың қатысуымен көмірдің каталитикалық гидрогенизациялауына қатысты мәліметтер қарастырылған.

**Түйін сөздер:** кавитациялық аумақ, булы газды түйіршіктер, ертінді, кавитациялықты әсер, бөлшектер.

G.N. Musina, M.K. Ibatov, M.I. Baikenov, G.Sh. Zhaxsybayeva

**Physico-chemical processes of cavitation influence in liquid areas**

**Abstract:** The physicochemical processes of cavitation in liquids are investigated. The author addresses to the notion of cavitation, and investigates the cavitation area on a specific example, with emphasis on the influence of external conditions on the development and intensity of cavitation. The considered data relate to the catalytic hydrogenation of coal in the presence of various catalyst, catalyst additives among hydrogen donors and cavitation effects.

**Keywords:** cavitation area, steam bubbles, solution, cavitation influence, particles.

---

---

**Раздел 6** | **Экономика.  
Общеобразовательные  
и фундаментальные  
дисциплины**

УДК 32.019.5

О.Н. ГУМЕНЧУК, Т.М. БОНДАРЦОВА

(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)

**К ВОПРОСУ О ПРОБЛЕМЕ ПОЛИТИЧЕСКОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ ЛИЧНОСТИ В  
КАЗАХСТАНСКОЙ ПОЛИТОЛОГИИ**

**Аннотация:** В статье рассмотрены основные проблемы формирования политической идентичности личности на современном этапе развития общества, этапы процесса социальной типизации, проведен обзор современных исследований казахстанских ученых по указанной проблематике.

**Ключевые слова:** политическая идентичность; идентификация; интернационализация; интериоризация.

На протяжении последних лет в мировой науке возрастает интерес к изучению проблем политической идентичности личности. Политическая идентичность становится призмой, сквозь которую рассматриваются, анализируются и оцениваются многие значимые черты социально-политической жизни современности. Такие исследования обладают не только научной актуальностью, но и практической значимостью. Выводы и материалы исследований политической идентичности личности могут учитываться при разработке государственных программ и концепций социального и культурного развития общества, молодежной политики государства, планов воспитательной работы патриотической направленности учебных заведений всех уровней, а также планов работ республиканских детских и юношеских общественных организаций.

Основы теории идентичности были заложены в психологии, социальной психологии (З.Фрейд, Э.Эриксон, Ч.Кули, Г.Лебон, Г.Тард и др.), затем получили развитие в социологии и политологии (М.Вебер, Г.Зиммель, Э.Дюркгейм, Т.Парсонс, Н.Смелзер и др.).

В научной литературе разграничиваются понятия «идентичность» и «идентификация». Идентификация рассматривается преимущественно как **процесс** со всеми присущими этому процессу динамическими свойствами. В самом общем смысле – это процесс становления представлений индивида о самом себе, о своем месте в мире, о соотношении себя со статусными и референтными общественными группами. А идентичность характеризуется как **результат** этого процесса, то есть описывает социальную статику.

Впервые термин «идентификация» был введен в научный оборот Зигмундом Фрейдом. Под идентификацией он понимал бессознательный процесс подражания индивидом поведению или качествам того лица, с которым тот себя отождествлял. В дальнейшем психологами идентификация трактуется как способ объединения индивидом себя с другими людьми на базе установившейся эмоциональной связи, а также введения в свой внутренний мир внешних образцов поведения, норм, ценностей и принятие их как собственных, в результате чего возможно вживание в пространство другого человека.

Широкое распространение термина «идентичность» в междисциплинарном научном обиходе связано с именем Эрика Эриксона. Благодаря Э. Эриксону в науке стал преодолевать взгляд на детство как на период необратимого формирования личности. В отличие от Фрейда Эриксон полагал, что характер человека формируется в детстве не раз и навсегда, а сохраняет способность меняться на каждом этапе жизни. Ученый впервые выделил значимость общественных факторов в интернализации культурных норм, значимость освоения социальных ролей и социальных статусов, что и составляет результативную сторону идентификации.

## **Раздел 6. «Экономика. Общеобразовательные и фундаментальные дисциплины»**

Ракурс трактовки идентификации, предложенный Э. Эриксоном, становится основным для представителей социальной психологии. Идентификация ими рассматривается уже не в субъективном личностном плане, а как процесс взаимодействия общества и человека, где человек принимает на себя социальные роли при вхождении в группу, осознает свою групповую принадлежность и формирует свои социальные установки. С именем Э. Эриксона также связаны появление в научном обиходе понятий «эго-идентичность» и кризис идентичности.

В социологии проблема идентичности и идентификации традиционно рассматривается как часть общей теории социализации. Представители классической западной социологии стремились дистанцироваться от психологии, ее предмета и понятийного аппарата. По мнению Э. Дюркгейма субъект формирует свою идентичность, исходя из общих норм и ценностей существующей культуры. М. Вебер, в противовес Э. Дюркгейму, придавал особое значение ценностному аспекту социальных действий индивидов, которые вкладывали в эти действия определенный смысл. Г. Зиммель считал, что процесс идентификации себя с кем-то или чем-то происходит через процесс социальной типизации на двух уровнях:

– на внутреннем – как интериоризация и субъективное переживание;

– на групповом – как отнесение себя к представителям определенных «своих» групп и разграничение с «чужими»; [1]

Не смотря на различность теоретико-методологических направлений и научных школ, западными социологами идентификация признается существенным механизмом социального становления личности и рассматривается как связующее звено, объединяющее человека и его социальное окружение. Более того, в рамках социологии идентификация рассматривается как процесс взаимодействия и взаимовлияния между индивидом и обществом, где индивид выступает как социальный продукт, влияющий на процессы, протекающие в обществе.

В современной российской науке проблема идентичности рассматривается как в рамках психологии и социологии, так и в рамках политологии. Вклад в развитие теории социальной идентичности внесли такие советские и современные российские ученые как Г.М. Андреева, А.Г. Асмолов, И.С. Кон, А.Л. Леонтьев, В.Э. Бойков, Т.Г. Богатырева, И.М. Клямкин, Н.И. Лапин, А.И. Шендрик, В.А. Ядов, Е.Н. Данилова и многие другие. [2]

О.Б. Подвинцев, У.О. Бимен, М.В. Рац, Е.И. Башкирова, Л.А. Преснякова, И.С. Семенов, В.В. Лапкин, В.И. Пантин и другие занимаются изучением проблем политической идентичности личности. [3]

В современной казахстанской науке накоплен и продолжает наращиваться опыт изучения и анализа проблем социальной и политической идентичности. Особенно следует отметить исследования А. Калмырзаева, И.М. Клямкина, Ж.Т. Уталиевой, А. Гали, Г. Кульжановой, Ю. Булуктаева, Е. Буровой, М. Омарова, М. Какимжановой, А.Ортаевой, У. Муналбаевой, А.К. Калимолдаевой, А.А. Бухаевой, Б.Н. Колышбаевой и многие другие.

Обзор отечественных трудов по вышеозначенной проблематике позволяет определить веер направлений современных исследований казахстанских ученых. Речь в первую очередь идет:

– об изучении вопроса формирования теорий общей и политической социализации, социальной и политической идентификации в мировой социологической и политологической науках [4];

– о проведении и изучении данных эмпирических социологических исследований гражданской и национальной идентичности казахстанской учащейся молодежи [5];

– о попытках осуществления сравнительного анализа социальной и политической идентификации граждан постсоветских республик в условиях трансформации общественных систем [6];

В целом в казахстанской науке социальная и политическая идентичность понимается как важный фактор общественного развития и ресурс социальных изменений. Присутствует по-

## **Раздел 6. «Экономика. Общеобразовательные и фундаментальные дисциплины»**

нимание того, что при деградации социальной и политической идентичности возможен глубокий кризис любого социального образования – будь то семья, профессиональное сообщество, политическая партия или государство. Видимо по этой причине большинство отечественных публикаций рассматривают проблему политической идентичности косвенно через призму воспитания чувства казахстанского патриотизма [7];

Однако, не смотря на активную разработку проблем идентичности в рамках различных научных парадигм, в отечественной политологии многие аспекты идентификационных процессов остаются не достаточно освещенными. Так до сих пор не совсем ясны основные тенденции формирования социальных и политических идентичностей. Остается практически не изученным вопрос влияния на идентификационные процессы в казахстанском обществе новых социальных реальностей – массовой миграции, современных коммуникационных технологий, процесса мировой глобализации. Отсутствуют широкомасштабные, фундаментальные исследования групповой и личностной идентификаций (условно «мы-идентификации», «я-идентификация»). В то время как потребность в подобных исследованиях нарастает.

Проблемы социальной и политической идентификации становятся особенно актуальными в переломные периоды общественного развития. Переходные общества характеризуются диверсификацией экономической, социальной и политической структур. В трансформирующихся странах социальные и политические идентификации и их динамика могут играть роль индикаторов общественного развития. Изучение идентификационных процессов в современном многонациональном и многоконфессиональном казахстанском обществе позволит обозначить социальные и политические ресурсы, а также реальные и потенциальные основы для интеграционных и дезинтеграционных процессов.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

- 1 Намлинская О.О. Особенности национальной идентификации молодых русских в современном российском обществе.// Автореферат канд.диссертации. М., 2007.
- 2 Социальная идентификация личности. Под ред. В.А. Ядова. М., 1994.; Ядов В.А. Социальные и социально-психологические механизмы формирования социальной идентичности личности.//Мир России. 1995. №3.; Данилова Е.Н. Изменения в социальных идентификациях россиян.//Социологический журнал. 2000. №3-4.
- 3 Семененко И.С., Лапкин В.В., Пантин В.И. Идентичность в системе координат мирового развития.// Полис. 2010. №3.
- 4 Какимжанова М. Социализация и социальная адаптация: общее и особенное. //Саясат. №12. 2006; Ахметова А.И. Концептуальные подходы к изучению процесса социализации и воспитания личности. //Образование. №6. 2009.
- 5 Бурова Е. Гражданская идентичность старшеклассников в условиях мировоззренческого плюрализма. //Саясат. №12. 2006.; Муналбаева У. Образование в политкультурном обществе.// Мысль. №2. 2009; Рысбеков Т., Добряев П. Формирование казахстанского патриотизма.// Мысль, №7. 2009.
- 6 Кульжанова Г. К вопросу о формировании национальной идентичности казахстанцев в период становления и развития государственности. //Саясат. №12. 2006.
- 7 Кадырова Р.К., Кекилбаева Ж.Е. Казахстанский патриотизм как один из основополагающих принципов развития Республики Казахстан. //Образование. №5. 2009.

О.Н. Гуменчук, Т.М. Бондарцова

**Тұлғаның заманауиказақстандық саясаттағы саяси сәйкестілік мәселе.**

**Андапта.** Мақалада қоғамның қазіргі даму кезеңіндегі тұлғаның заманауи қазақстандық саясаттағы саяси сәйкестілік мәселесі, әлеуметтік типтену үдерісінің кезендері



## **Раздел 6. «Экономика. Общеобразовательные и фундаментальные дисциплины»**

қарастырылған, берілген мәселе бойынша қазақстандық ғалымдардың қазіргі зерттеулеріне шолу жүргізілген.

**Кілт сөздер:** саяси сәйкестілік, сәйкестілілік, интернационализация, интериоризация.

O. Gumenchuk, T. Bondartsova

**The question of the problem of political identity of the person in kazakh political analyst.**

**Annotation.** In article the main problems of formation of political identity of the personality at the present stage of development of society, stages of process of social typification are considered, the review of modern researches of the Kazakhstan scientists on the specified perspective is carried out.

**Key words:** political identity; identification; internationalization; interiorization.

ББК 74-58

Т.С. БАЙГАБАТОВ

(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)

**ОТКЛОНЯЮЩЕЕСЯ (ДЕВИАНТНОЕ) ПОВЕДЕНИЕ В СТУДЕНЧЕСКОЙ СРЕДЕ И  
МЕТОДЫ ПРОФИЛАКТИКИ**

**Аннотация.** В данной статье рассматривается проблема девиантного поведения в студенческой среде. В ней показаны основные формы их проявления в студенческом коллективе, а также даны конкретные рекомендации по профилактике, упомянутых в статье негативных видов поведения в студенческом сообществе.

**Ключевые слова:** отклоняющееся поведение, девиантность, деликвентность, социальная норма, социальная патология профилактики.

История развития человечества свидетельствует, что не было и нет такого общества, в котором все его члены вели бы себя в соответствии с общими нормативными требованиями. Понятие «отклонение» имеет смысловое значение лишь с понятием «норма» и уже по своему исходному определению означает нечто «ненормальное» отсюда оценка любого поведения всегда подразумевает его сравнение с конкретной социальной нормой.

Отклоняющееся (девиантное от лат. *Deviato* – отклонение) поведение – это система поступков, отклоняющихся от общепринятой им подразумеваемой нормы, будь то нормы психического здоровья, права, культуры или морали.

Как индивидуальный и групповой поведенческий акт девиантное поведение изучается психологией, социологией, психиатрией, правом и другими социально-гуманитарными науками. Не претендуя на всесторонний охват этой сложной проблемы, остановимся на отдельных формах правления девиантного поведения среди вузовской молодежи.

Известно, что отклоняющееся поведение может быть по содержанию связанным (отклонение от психической нормы) и не связанным с психическими нарушениями (отклонение от социальной нормы). Таким образом, девиантное поведение подразделяется на две большие категории. Во-первых, это поведение, отклоняющееся от норм психического здоровья, подразумевающее наличие явной или скрытой психопатологии. Во-вторых, это антисоциальное поведение, нарушающее какие-то социальные и культурные нормы, особенно правовые. Соответственно о деликвентном (противоправном) и криминальном (преступном) поведении. Борьба с социальными и криминальными отклонениями осуществляется социально-правовыми, а с патологическими на медицинском уровне. Обратим внимание на наиболее известные формы девиантного поведения у молодежи, с которыми сталкивается школа, вузы, родители.

Одним из распространенных явлений, влияющих на развитие девиантного поведения среди студенческой молодежи выступает их пристрастие к алкоголю. Так проведенный нами опрос 80 студентов от 18 до 20 лет позволил выявить следующую картину. Употребление алкоголя большинство – 70% начали с 13-14 лет (в первый раз попробовали с 5-6 лет). Проблема пьянства и алкоголизма в наше время все больше становится молодежной. Молодежь проявляет толерантность, снисходительность к этому явлению. Причин алкоголизации людей в юношеском возрасте немало. Это и отрицательный пример родителей, улицы, отсутствие должной организации досуга студентов во внеучебное время, политика и экспериментированная нами юношеская субкультура, в которой выставка традиционно считается одним из признаков мужественности и взрослости. Особенно хотелось бы отметить преступную роль рекламы, которая вопреки здравому смыслу и законодательному запрету через СМИ пропагандируют разрушительную функцию спиртного.

## **Раздел 6. «Экономика. Общеобразовательные и фундаментальные дисциплины»**

Курение как одна из форм проявления девиантности. На современном этапе оно стало поистине эпидемическим заболеванием для большинства народов мира. Сегодня в странах СНГ курят до 75% мужчин и до 40% женщин. Несмотря на множество профилактических мер по борьбе с табакокурением количество курильщиков не снижается. Курит и студенческая молодежь. Причины разные. В основном в вуз они приходят с некоторым стажем табакокурения.

Не менее опасной проблемой для общества и для самой личности является наркомания. Эту проблему у нас долгое время замалчивали, хотя она очень важна и серьезна. Как алкоголизм, юношеский наркотизм связан с психическим экспериментированием, поиском новых, необычных ощущений и переживаний. По утверждению врачей-наркологов большинство молодых людей, исключением не является и студенчество приобщаются к наркотическим веществам из любопытства, желания узнать, что «там» за гранью запретного. Иногда первую дозу навязывают обманом, уговором. Вместе с тем это групповое явление, связанное с подражанием старшим и влиянием группы. До 90 процентов наркоманов начинают употреблять наркотики в компаниях сверстников, собирающихся в определенных местах.

Помимо вреда для здоровья наркотизм почти неизбежно означает вовлечение молодых людей в криминальную субкультуру, где приобретаются наркотики, а затем сами начинают совершать все более серьезные правонарушения. Одним из проявлений девиантного поведения у юношей – это поведение, направленное на добровольное лишение жизни человеком – суицид. Тема юношеских самоубийств многие годы у нас была под стражащим запретом.

В силу недостаточной научной изученности бытует, как утверждают психологи, два ошибочных мнения: 1) что самоубийство вообще, а в юношеские годы в особенности, совершают только психически больные, ненормальные люди; 2) что именно возраст, в силу кризисного, почти психопатологического состояния, дает максимальный процент самоубийств. Эти обстоятельства конечно частично присутствуют, но их нельзя рассматривать первопричиной суицидального поведения молодых.

Анализ проблемы по опубликованным в различных источниках материалам дает основание вычленил некоторые причины этого явления в молодежной в том числе студенческой среде:

1. Конфликт поколений, т.е. детей с родителями;
2. Проблемы, связанные с учебой;
3. Плохие отношения со сверстниками;
4. Разрыв отношений с любимым, любимой;
5. Нереализованные цели, мечты;
6. Социальная неустроенность и т.д.

Подведя итог сказанному, отметим, что загадка смерти всегда будет волновать человечество, вряд ли поэтому возможно и однозначное мнение относительно самоубийства. Наверное и в самом гуманном обществе обстоятельства будут приводить людей к опасной черте. Но, опираясь на неповторимую ценность каждой человеческой жизни, общество может помочь молодому человеку выработать жизнеутверждающее мировоззрение, проникнуть в великое предназначение человека.

Итак, в рамках статьи мы рассмотрели некоторые формы девиантного поведения. Проблема существует. Возникает вопрос. Что делать? Как бороться? Напрямую это зависит от характера, содержания девиантности, уровня и степени нарушения социальных норм.

Для профилактики и борьбы с противоправными поступками на наш взгляд важно следующее:

1. Пропаганда через СМИ правовых знаний, объективное отражении информации по антисоциальным явлениям.
2. Жесткий контроль за СМИ по рекламе алкогольных напитков и табачных изделий, выход с конкретными предложениями в местные органы власти по их запрету.

## Раздел 6. «Экономика. Общеобразовательные и фундаментальные дисциплины»

3. Демонстрация необратимости наказания за содеянные преступления.
4. В вузах систематически проводить кураторские часы на такие темы, как: «Об охране здоровья граждан РК», «Молодежь и табак», «Молодежь и алкоголь», «Губительная сигарета»;
5. Проведение ежегодной студенческой конференции «Здоровый образ жизни» с привлечением специалистов – наркологов, психологов, работников правоохранительных органов, СПИД-центра с выработкой конкретных рекомендаций соответствующими структурами власти.
6. Более широкое распространение нормативной информации справочного характера для молодежи.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Кан И.С. Психология ранней юности. М., 1989
- 2 Лучшие рефераты по социологии. Сост. О.А. Нор-Аревян. Ростов на-Дону, 2001
- 3 Фролов С.С. Отклоняющееся (девиантное) поведение
- 4 Байгабатов Т.С. Отклоняющееся (девиантное) поведение как нравственное, психологическое и социально-правовые проблемы. Сборник статей в книге «Актуальные проблемы развития современного Казахстана», Караганда 2005

Т.С. Байгабатов

**Студент жастардың арасындағы ауытқымалы тәртіп және оны ескертудің жолдары**

**Андапта.** Бұл мақала студент жастардың арасында болатын ауытқымалы тәртіптің түрлері қаралып, оларға әлеуметтік сипаттама берілген. Сонымен қатар мақалада қаралған ауытқыма тәртіпті ескертудің жолдары ұсынылған.

**Түйін сөздер:** ауытқымалы тәртіп, девианттық, деликвенттік, әлеуметтік норма, қылмыстық іс.

T. Baigabatov

#### **Deviant behavior in student area and methods of its prevention**

**Annotation:** The problem of deviant behavior in student's collectivity is discussed. The main forms of its manifestation in student's collectivity are shown. The concrete recommendations for solving and preventing of mentioned negative features in student's society are given.

**Key words:** deviant behavior, social norm, social pathology, prevention.

УДК 73.38

Г.А. ШАЯХМЕТОВА, Б.Ж. ЖАЛҒАСОВ

(Қарағанды мемлекеттік индустриялық университеті, Теміртау қаласы, Қазақстан)

### ПРАКТИКАЛЫҚ САБАҚТА ФИЗИКАДАН ЕСЕП ШЫҒАРУДЫҢ ӘДІСТЕРІ

**Андатпа.** Физиканы жаттап алу мүмкін емес, бірақ кейбір нәрселерді жадында ұстауға тура келеді. Бірақ ең қарапайым «айқаттардың» өзіне сын көзбен қарап, ең бастысы, мәселедегі құбылыстың физикалық мәнісіне терең бойлай түсуге тырысу керек. Ал есеп шығарып дағдылану үшін, есептердің шығару тәсілін жаза отырып түсініп алыңыз. Көзбен көріп қана түсіндім деп ойлап, жазуға жалқаурасңыз, онда басыңызда ештеңе сақталмайды.

Практикалық есептерді шешу барысында студент өз мамандығы саласында физикалық есептерді түсіне білуі, оны қолдана білуі инженердің өз әрекетінің табысты болуына ықпал етеді.

**Түйін сөздер:** физикалық мәнісі, есептердің шығару тәсілі, алгоритмдік шешімдер, аналитикалық тәсіл, графиктік тәсіл, шығару процесі, терминдер мен ұғымдар, есептің мазмұны, теңдеулер жүйесін жасап, көлемді цилиндр, муфта, дифференциалдау.

Физика курсы оқып білудің негізі – физиканың нақтылы есептерін шығару. Физика есептерін проблема туғызу үшін пайдалануға, келелі жағдай жасауға, жаңа деректер алуға, практикалық білімі мен біліктілігін қалыптастыруға, алған білімнің қаншалықты тереңдігі мен беріктігін бақылауға, материалды бекіту және қайталауға қолдануға болады.

Физиканы жаттап алу мүмкін емес, бірақ кейбір нәрселерді жадында ұстауға тура келеді. Бірақ ең қарапайым «айқаттардың» өзіне сын көзбен қарап, ең бастысы, мәселедегі құбылыстың физикалық мәнісіне терең бойлай түсуге тырысу керек. Ал есеп шығарып дағдылану үшін, есептердің шығару тәсілін жаза отырып түсініп алыңыз. Көзбен көріп қана түсіндім деп ойлап, жазуға жалқаурасңыз, онда басыңызда ештеңе сақталмайды [1].

Есеп шығару студенттерді өз бетімен творчестволық жұмыс істеуге қалыптастырады, құбылыстар мен заңдарды талдауға, кездейсоқ, қажетсіз ұсақ бөліктерді ескермеуге үйретеді. Физикалық есептер ойыңызды жинақтап, шеберлігіңізді шыңдап, есеп шығару қабілетіңізді дамытады, білімдерін нақтылауға, оны практикада қолдана білуге үйретуде маңызы зор. Физика пәніне деген қызығушылығын арттыруға, алға қойған мақсатқа жетуде табақтылыққа, өзіндік жұмыс істеу, өз бетімен білім алу дағдысына ие болуға көмектеседі. Есептер шығаруды мына жағдайларда қолданады:

- проблемалық ситуация туғызады;
- жаңа мәлімет береді;
- практикалық іскерлік пен дағдыларды қалыптастырады;
- білімін, нақтылығын, тереңдігін тексереді;
- материалды қайталауға, бекітуге қолданады;
- техникалық құрылғылардың жұмыс істеу принциптерін түіндіреді;
- оқушылардың шығармашылық ойлау қабілетін жетілдіреді.

Қазіргі кезде физика есептерін шығарудың практикада негізінен екі әдісі қолданылады: аналитикалық және ситатикалық.

Аналитикалық әдіс – есептің мазмұнын талқылап, күрделі процесті қарапайым процестерге жіктеп, белгісіз ізделініп отырған физикалық шаманы қарапайым процесс заңдылығының формуласын көмегімен жазамыз. Алынған өрнектің оң жағында есеп шартында берілген шама болса, онда құбылыстар арасындағы байланыстарды тағайындап, бұл шаманы белгілі шамалар арқылы анықтап алатын формулалар жазылады. Осылай негізгі іздеп отырған шаманы белгілі шамалар арқылы анықтайтын өрнегін алуымыз керек.

## **Раздел 6. «Экономика. Общеобразовательные и фундаментальные дисциплины»**

Синтетикалық әдіс – есеп шартындағы көрсетілген физикалық шамалар сипаттайтын процесстердің заңдылықтары өараcтырылып, оларды басқа шамалармен байланыстары анықталады. Осы байланыс формулалары арқылы анықталған аралық шамалар көмегімен өрнегінде белгісіз, ізделеніп отырған шама бар теңдеу жазылып, есеп шығарылады. Есеп шығарудың екі әдісінде қолдануға болады. Олардың бір-бірінен артықшылығы жоқ. Бірақ дидактикалық планда оқу процесстерінде ескеру қажет әрқайсысының ерекшеліктері бар. Күрделі есептерді шығаруда аналитикалық- синтетикалық және синтетикалық-аналитикалық, яғни комбинацияланған есеп шығару тәсілдері қолданылады.

Физика пәнінен жүргізілетін практикалық сабақтарда қарастырылатын есептердің мазмұны мамандықтың ерекшелігіне қарай тандап алынуы да маңызды. Практикалық есептерді шешу барысында студент өз мамандығы саласында физикалық есептерді түсіне білуі, оны қолдана білуі инженердің өз әрекетінің табысты болуына ықпал етеді. Біздің мамандықтарда оқитын студенттер үшін жалпы физика курсы физикалық білім алуының фундаменті болып табылады. Сонымен қатар, мынадай негізгі физикалық принциптерді: сақталу заңдары, сәйкестік, салыстырмалылық және инварианттылық принциптері, статистикалық және динамикалық заңдылықтарды т.б. меңгеруі инженердің көзқарасын ғылыми тұрғыда қалыптасуына әсер етеді. Студенттің бірінші курстан бастап жалпы ғылыми пәндерді оқу барысында теориялық білім алудың неғұрлым жалпы ғылыми негізделген әдістері қалыптасуы керек және тек тікелей физика есептерін ғана шығару үшін емес, сонымен бірге теориялық механика, машиналар мен механизмдер теориясы және материалдар кедергісі сияқты жалпы–инженерлік пәндердің есептерін шығару үшін де нақты бір тапсырмаға немесе есепті шешуге, әсіресе, физикалық білімін қолдану әдістерін білуі керек.

Физика пәнінен өткізілетін практикалық сабақтардың маңыздылығы сол, дәріс сабақтарында қарастырылған теориялық материалдарды бекіту болып табылады. Практикалық сабақтарда есептер талдау барысында уақыттың жетпей қалуы да көп қиындықтар тудырады, себебі сабақ барысында күрделі есептерді қарастырғанда өз мамандығына қатысты маңыздылығына студенттің көзін жеткізе отырып, талдап шығару үшін біршама уақыт қажет болады. Өйткені білім беру саласында кредиттік жүйеге көшкелі сағат санының және сабаққа берілетін уақыттың азайғаны белгілі. Сонымен қатар, есепті шығармас бұрын мүмкіндігінше сол есептің мазмұнына сай, құбылысты түсіндіретін демонстрация жасап, студенттерге көрсетіп алып, сол демонстрацияның мағынасын талдаса, есеп соғұрлым түсінікті болар еді. Практикалық сабақтың тиімділігі тек алған мағлұматтардың мазмұны немесе көлемімен ғана емес, оқытушы мен студент арасындағы қарым-қатынас, оқытушының қарастырып отырған сұрақты аудиторияға жеткізе білуімен, беріп отырған тапсырманың мазмұнының дұрыстығымен, яғни сұрақтың дұрыс қойылуымен де анықталады [2].

Физика пәнінен практикалық сабақ өткізудегі ең маңызды мәселенің бірі – есеп шығару жолының рет тәртібін сақтау, яғни неден бастап, қалай аяқтау керектігі. Практикалық сабақтағы қолданылатын әдістердің бірі – қарастырылатын есепті топпен бірге талдай отырып шығару. Студенттерге практикалық сабақтың тақырыбына сай, маңызды теориялық сұрақтар қойылады. Сөйтіп өткен материалдар бойынша тақырыпты теориялық жағынан пысықтап аламыз [3]. Сұрақ-жауапқа белсене қатысқан студенттердің жауабы ескеріліп отырады. Бірінші есепті оқытушы өзі толық талдау жасай отырып, шығару жолын түсіндіреді. Одан кейінгі есептер аудиторияға ортақ беріледі. Есепті алғашқы болып шығарған студенттердің біреуі тақтаға есептің шығарылуын түсіндіреді. Мүмкіндігінше тақтаға орташа деңгейде оқитын студент шығарылады. Ондағы мақсат үлгерімі орташа деңгейдегі студенттің де ынтасын арттыру және есеп шығара білуге икемдеу. Уақыт жетсе, үлгерімі төмен студенттен де сол есептің шығарылу барысын қысқаша түсіндіріп беру талап етіледі. Сонда барлық студенттің сабаққа белсене қатысуына мүмкіндік болады және

## **Раздел 6. «Экономика. Общеобразовательные и фундаментальные дисциплины»**

студенттің жауапкершілігі де артады. Жоғарыда атап өткеніміздей, сабақ соңында талдаған тақырыпқа қатысты әр студентке жеке берілген тапсырмаларын келесі өздік жұмыс сабағына дайындап келу ескертіледі. Сол арқылы практикалық сабақта қарастырылған тақырыпты одан әрі бекіте түсеміз [4].

Техникалық жоғары оқу орындарындағы мамандықтарға берілген кредит санына сәйкес практикалық сабақ 3-4 семестр бойы жүргізіледі. Ал барлық тараулар бір немесе екі семестр жүргізілетін шектеулі мерзімде берілген типті есептерді шығарарда, ең бастысы оларға ортақ жалпы тәсілді пайдаланған дұрыс, яғни сол есептердің алгоритмдік шешімдерін жасау. Сонымен бірге, кейбір есептерді шығарғанда басқа тәсілдерге қарағанда, оларға аналитикалық және графикалық тәсілді пайдаланған дұрыс [5].

Есептерді, әсіресе қиын есептерді шығару процесін төмендегі сатыларға бөлуге болады:

1. Есептің шартын оқып, терминдер мен ұғымдардың мәнін түсіну;
2. Есеп шартын қысқаша белгілеу, оның суреттерін сызу (сызба, үлгі, график);
3. Есептің физикалық мәнін түсіну және есеп шартындағы физикалық құбылысты, дене күйін елестету үшін есептің мазмұнын нақты талдау, есеп шығаруға қажет ұғымдар мен заңдарды еске түсіру қажет;
4. Есеп шығарудың жоспарын жасау, шартта берілмеген физикалық тұрақтылар мен таблицалық деректермен толықтыру;
5. Физикалық шамалардың мәндерін СИ жүйесінің бірлігіне айналдыру;
6. Іздегелі отырған және берілген шамаларды байланыстыратын заңдылықтарды табу, тиісті формулаларды жазу;
7. Теңдеулер жүйесін жасап, оны жалпы түрде шешу;
8. Іздейтін шаманы есептеу;
9. Алған жауапты талдау, есеп шығарғанда қолданылған жеңілдіктердің әсерін бағалау;
10. Есеп шығарудың басқа мүмкін болатын тәсілдерін, ең тиімді жолдарын қарастыру.

Бұл сұлба барлық есеп түрлеріне ортақ, сондықтан да ол күрделілеу көрінеді. Бірақ, оның кейбір сатыларының қолданылмауы да мүмкін.

Есеп шығарудың біз келтірген тәртібін алгоритмдік ұйғарым ретінде қолдану қажет. Сонымен бірге алгоритмдер есеп шығарудағы барлық процесті қамтымайды, заңдардың қолданылуымен математикалық амалдардың реті ғана алгоритмделеді, бірақ бұл есеп шығарудың жоспарын жасауға, оның жаңа варианттарын табуға кедергі келтірмейді.

Студенттер сабақ үстінде мұғалімнің айтуымен дәптерлеріне алгоритмді жазып алып, оны есеп шығарғанда қолданады. Осы ретпен 4-6 есеп шығарғаннан кейін-ақ (өз бетімен шығаратын үйге берген есептерді қосқанда), өздігінен жатталып есте қалады.

Бұл ұсынып отырған кітаптағы есептер М.Тынышбаев атындағы Қазақ көлік академиясының әдістемелік кеңесі бекіткен жұмысшы жобасына сәйкес таңдалып алынды. Кітапта: а) авторлардың жоғары оқу орындарында көп жыл атқарған жұмыстарының негізінде құрылған нұсқалық есептер, б) көпшілігі төмендегі жинақтарда алынған есептер келтірілген: М.Бектенов «Физика есептерін шығарудың методикалық нұсқаулары», Алматы-1978; В.С.Волькенштейн «Сборник задач по общему курсу физики», М., наука, 1986; А.Г.Чертов, А.А.Воробьев «Задачник по физике», М., Высшая школа, 1981.

Пайдалануға ыңғайлы болу үшін есептер нөмірленген және әр тақырып баяндалғаннан кейін есептердің жауабы берілген.

Әдістемелік құрал инженерлі-техникалық, ауыл шаруашылығы мамандығында оқитын жоғарғы оқу орындарының студенттеріне арналған. Бірақ көптеген есептердің мазмұндық, сапалық деңгейі өте жоғары болғандықтан және есептердің 80 пайызы шығарылғандықтан, бұл есеп кітабының физика, физика және ақпарат, автоматтандыру, математика мамандығы бойынша білім алып жатқан университеттер мен педагогикалық жоғары оқу орындарының студенттеріне, аспирант, магистрант, докторанттарға, физика-математика мектебінің түлектеріне тигізетін пайдасы ерекше болатындығына күмән келтірмейміз [6].

**Раздел 6. «Экономика. Общеобразовательные и фундаментальные дисциплины»**

Физикалық есепті шығару кезінде студенттер міндетті түрде нені білу қажет?

1. Есептің берілгені бойынша физикалық шамаларды ажырата білу.
2. Есеп бойынша дұрыс формула немесе теңдеуін жаза білу.
3. Есеп бойынша шамалардың тәуелділігін графигін сызу.
4. Есепті координаттық әдіспен шығару.
5. Есепті дифференциалдау тәсілімен шығару.

Әрі қарай біз есепті дұрыс талдау және шығару жолдарың көрсетеміз [7].

Цилиндр формалы муфтаның (жалғастырғыш) симметрия осімен сәйкес келетін оське қатысты инерция моментін анықтаңыздар? Муфтаның массасы  $m = 2\text{ кг}$ , ішкі радиусы  $r = 0,03\text{ м}$ , сыртқы радиусы  $R = 0,05\text{ м}$ .

Талдау және шығару:

$$m = 2$$

$$r = 0,03 \text{ м}$$

$$R = 0,05 \text{ м}$$

$$J = ?$$

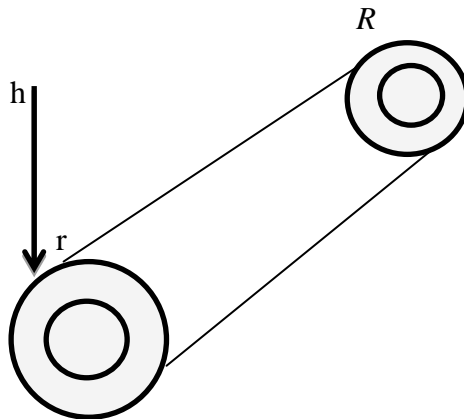
Инерция моментінің жалпы формуласын

$$J = \int r^2 dm \text{ пайдаланамыз,}$$

мұнда,  $dm = \rho \cdot dV$ ,  $\rho$  – муфта материалының тығыздығы,

$dV$  – оның көлемі.

Көлемді цилиндр бетінің ауданы мен  $2\pi r h$  оның қабатының қалыңдығының  $dr$  көбейтіндісі арқылы табуға болады.



$$J = \int_r^R r^2 dm = \rho \int_r^R 2\pi h r^2 dV = \rho \int_r^R 2\pi h r^3 dr =$$

$$= 2\rho \frac{\pi h}{4} [R^4 - r^4] = \frac{1}{2} m (R^2 + r^2),$$

$$\text{Мұнда, } m = \rho \pi h (R^2 - r^2), [R^4 - r^4] = (R^2 - r^2)(R^2 + r^2).$$

Сонымен

$$J = \frac{1}{2} m (R^2 + r^2) = \frac{1}{2} \cdot 2 (9 \cdot 10^{-4} + 25 \cdot 10^{-4}) = 34 \cdot 10^{-4} (\text{кг} \cdot \text{м}^2),$$

Қандай да болмасын пәнді меңгеру еңбек пен жігерді қажет ететіні сөзсіз, яғни білімді іздеген ғана табады.



ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Бектенов М. Физика есептерін шығарудың методикалық нұсқаулары. – Алматы. 1978. – 628 б.
- 2 Волькенштейн В.С. «Сборник задач по общему курсу физики». – Москва. Высшая школа. 1986. – 449 б.
- 3 Чертов А.Г., Воробьев А.А. «Задачник по физике». – Москва. Высшая школа. 1981.- 640 б.
- 4 Ысқақов Б.М. «Физикадан есеп шығару мысалдары». – Алматы, 1987. – 218 б.
- 5 Құрманұлы О., Корманбаева Л.Н. «Тандамалы есептер мен есеп шығару әдістері». – Астана, 2011. – 299 б.
- 6 Тірлікбаев Ж.Ә. «Физикадан есептер шығару мысалдары». – Алматы, 2013. – 229 б.
- 7 Тірлікбаев Ж.Ә. «Физикадан есептерді шығаруға машықтан». – Алматы, 2014. – 290 б.

Г.А.Шаяхметова, Б.Ж. Жалгасов

**Методы решения физических задач на практических занятиях**

**Аннотация.** Научить нельзя – можно только научиться. Но для этого существует единственный путь – самостоятельное решение большого числа задач. Примеры решения типовых задач выполняют другую роль: они показывают последовательность физических рассуждений, применимость того или иного физического закона к данной задаче.

Каждый студент по специальности решая физическую задачу, понимает и осмысливает, находит применение этой задачи.

**Ключевые слова:** физический смысл, методы решения физических задач, алгоритмическое решение, аналитический метод, графический метод, процесс решения, термины и понятия, условие задачи, вычисление уравнения, объемный цилиндра, муфта, дифференциальное вычисление.

G. SHayahmetova, B. Zhalgasov

**Methods for solving physical problems in the practice sessions**

**Abstract.** You can not learn physics, but some things have to build to keep. But the most common «truth», a critical look at the most important issue to try to explain the phenomenon of physical deeper. And reporting skills to write reasoning understand. If you think that he did not see, write laziness, it does not have saved you.

Every student in solving a physical problem, understands and comprehends, is the use of this task.

**Key words:** physical meaning, methods for solving physical problems, algorithmic solution, analytical approach, graphical method, making process, terms and concepts, the task, calculating equation, volumetric cylinder, coupling, different calculation.