



ISSN 2308-9865

№4,  
2016

# МЕХАНИКА ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Ғылыми журналды



Научный журнал

# МЕХАНИКА И ТЕХНОЛОГИИ



Scientific Journal

# MECHANICS & TECHNOLOGIES





ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ  
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

«М.Х. ДУЛАТИ атындағы  
ТАРАЗ МЕМЛЕКЕТТІК УНИВЕРСИТЕТІ»  
ШЖҚ РМК



## МЕХАНИКА ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

ISSN 2308-9865

Ғылыми журнал  
1994 жылдың қаңтарынан бастап шығады  
Жылына төрт рет шығады

№ 4 (54)  
Қазан-желтоқсан  
2016 ж.

*Бас редактор* И.И. Бекбасаров

*Бас редактордың орынбасары* Д.К. Джакияев

*Редакция алқасы:* Н.А. Абиев, К.И. Баданов, И.И. Бекбасаров,  
Ю.Л. Винников, Н.А. Горбатовская, Д.К. Джакияев,  
А.А. Джумабеков, Г.Е. Жидекулова, М.М. Мукимов, М.И. Никитенко,  
С.К. Нурпеисов, А.В. Пилягин, Х.Р. Садиева, А.С. Сейтказиев,  
А.Н. Семернин, Н.А. Смирнова, Е.С. Спандияров, А.Н. Шевцов,  
А.Г. Шлейкин, Я. Шульц

*Корректор және компьютерлік беттеу* Е.И. Атенов

*Редакция мекен-жайы:*

080012, Тараз қаласы, Төле би көшесі, 60.

Тел.: 8 7262 45-35-10, факс: 8 7262 43-24-02.

<http://mit.zhambyl.kz> E-mail: [bekbasarov.isabai@mail.ru](mailto:bekbasarov.isabai@mail.ru)

Тіркеу күәлігі №1193 (23.11.1993), №560-Ж (4.02.1999), №4244-Ж  
(08.10.2003), №13521-Ж (15.04.2013)

Басуға қол қойылған күн 30.12.2016. Форматы 70×180/16. Шартты баспа  
табағы 12,1. Тираж 300 дана. Тапсырыс 532.

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университетінің «Тараз  
университеті» баспасы. 080012, Тараз қаласы, Төле би көшесі, 60.

© М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, 2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

РГП на ПХВ  
«ТАРАЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени М.Х. ДУЛАТИ»



## МЕХАНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

ISSN 2308-9865

Научный журнал  
Издается с января 1994 года  
Выходит четыре раза в год

**№ 4 (54)**  
Октябрь-декабрь  
2016 г.

*Главный редактор И.И. Бекбасаров*

*Заместитель главного редактора Д.К. Джакияев*

*Редакционная коллегия: Н.А. Абиев, К.И. Баданов, И.И. Бекбасаров,  
Ю.Л. Винников, Н.А. Горбатовская, Д.К. Джакияев,  
А.А. Джумабеков, Г.Е. Жидекулова, М.М. Мукимов, М.И. Никитенко,  
С.К. Нурпеисов, А.В. Пилягин, Х.Р. Садиева, А.С. Сейтказиев,  
А.Н. Семернин, Н.А. Смирнова, Е.С. Спандияров, А.Н. Шевцов,  
А.Г. Шлейкин, Я. Шульц*

*Корректор и компьютерная верстка Е.И. Атенев*

*Адрес редакции:*

080012, г. Тараз, ул. Толе би, 60.

Тел.: 8 7262 45-35-10, факс: 8 7262 43-24-02.

<http://mit.zhambyl.kz> E-mail: [bekbasarov.isabai@mail.ru](mailto:bekbasarov.isabai@mail.ru)

Свидетельство о регистрации №1193 (23.11.1993), №560-Ж (4.02.1999),  
№4244-Ж (08.10.2003), №13521-Ж (15.04.2013)

Подписано в печать 30.12.2016. Формат 70×180/16. Усл. печ. л. 12,1. Тираж  
300 экз. Заявка 532.

Издательство «Тараз университеті» Таразского государственного  
университета им. М.Х. Дулати. 080012, г. Тараз, ул. Толе би, 60.

© Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, 2016

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN



TARAZ STATE UNIVERSITY  
named after M.Kh. DULATI

## **MECHANICS & TECHNOLOGIES**

**ISSN 2308-9865**

Scientific Journal

Published since January 1994

Published four times a year

**№ 4 (54)**

October-December  
2016

*Editor in chief* I.I. Bekbasarov

*Deputy Editor in Chief* D.K. Jakiyaev

*Editorial board:* N.A. Abiev, K.I. Badanov, I.I. Bekbasarov,  
N.A. Gorbatochkaya, D.K. Jakiyaev, A.A. Jumabekov, M.M. Mukimov,  
M.I. Nikitenko, S.K. Nurpeisov, A.V. Pilyagin, Kh.R. Sadieva, J. Schulz,  
A.S. Seitkazyev, A.N. Semernin, N.A. Smirnova, Ye.S. Spandiyarov,  
A.N. Shevtsov, A.G. Shleikin, Yu.L. Vinnikov, G.Ye. Zhidekulova

*Press-corrector and computer page makeup* Ye.I. Atenov

*Editorial address:*

080012, Taraz, Tole bi street, 60.

Tel.: 8 7262 45-35-10, fax: 8 7262 43-24-02.

<http://mit.zhambyl.kz> E-mail: [bekbasarov.isabai@mail.ru](mailto:bekbasarov.isabai@mail.ru)

Registration certificate №1193 (23.11.1993), №560-Ж (4.02.1999), №4244-Ж (08.10.2003), №13521-Ж (15.04.2013)

Signed in print 30.12.2016. Form 70×180/16. Cond. print. sh. 12,1. Edition 300 copies. Application 532.

Printing House «Taraz University» of Taraz State University  
named after M.Kh. Dulati. 080012, Taraz, Tole bi street, 60.

© Taraz State University named after M.Kh. Dulati, 2016

## МАЗМУНЫ / СОДЕРЖАНИЕ / CONTENT

### МЕХАНИКА И ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ

<b>Қойайдаров Б.А., Сман Н.А., Байарыстанова А.М.</b> Қалақтары өзінен желді өткізетін желдөңгелектің орныққан қозғалысы	6
<b>Қойайдаров Б.А., Сман Н.А., Байарыстанова А.М.</b> Өзінен желді өткізетін қарсылық күшінің қалақтар жүйесімен жабдықталған желдөңгелектің қозғалысқа кіруі .....	13
<b>Кейкиманова М.Т., Узбекова Д.С., Куттыбаев А., Ермаханова С.</b> Ортотропты матрица мен талшықтардан тұратын құбырдың композициялық материалының серпімділік қасиеттері .....	22
<b>Ильсов К.И., Сарсембаева А.Б.</b> Обоснование формы и размеров плазменной горелки	30
<b>Тлеуов О.А., Юсупова Л.Х.</b> Экспериментальные исследования процесса резания материалов .....	34

### ТЕХНОЛОГИИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

<b>Урбанчик Е.Н., Станюленис О.О., Горбатовская Н.А.</b> Изучение возможности реализации технологии изготовления сухих смесей из пророщенного зерна с фруктово-ягодными наполнителями для приготовления коктейлей .....	41
<b>Спандияров Е., Бекбасаров И.И., Умирбаева Ш.Ж.</b> Сақтауға шыдамды қымыз дайындау тәсілін жетілдіру .....	47
<b>Яковлев Д.С., Шлейкин А.Г.</b> Трансглутаминаза – последние достижения и новые источники .....	51
<b>Горбатовская Н.А., Шоя Е.Н., Қалыбекова Ж.М.</b> Повышение коэффициента использования зерна пшеницы с низким содержанием клейковины .....	55
<b>Gorbatovskaya N.A., Shoya Y.N., Atenov Ye.I., Ivannikova N.V.</b> Grain kissels of functional use .....	60

### ТЕХНОЛОГИИ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

<b>Гуляев Р.А.</b> Комплексная технология увлажнения волокнистых материалов в технологическом процессе хлопкозавода .....	65
<b>Khanhadjaeva N.</b> New structures and knitting process of interlock knitted fabric .....	73

### ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

<b>Садиева Х.Р., Ыбраймжанова Л.К.</b> Кремний – қалайы құрамды шыны тәрізді заттарды алу және олардың химиялық құрамын зерттеу .....	79
--	----

## ТЕХНОЛОГИИ В СФЕРЕ ЭКОЛОГИИ И МЕЛИОРАЦИИ

<b>Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Ескермесов Ж.Е.</b> Оптимизация структуры сельскохозяйственных культур с учетом экологических требований агроландшафтных систем .....	85
<b>Козыкеева А.Т., Мустафаев Ж.С., Даулетбай С.Д.</b> Технология комплексного обустройства и рекомендации по ее практической реализации в водосборных бассейнах реки Шу .....	95
<b>Заволока И.П., Ахметов Е.С., Абдешев К.Б.</b> Изучение строения речных бассейнов для целей адаптивно-ландшафтного землеустройства .....	105
<b>Жұрымбаева Р., Қожамқұлова Г.</b> Суағарлы бөгеттің төменгі бөфінің жаңа конструкциялары .....	111

## ТЕХНОЛОГИИ В СФЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА

<b>Сулейменов Ж.Т., Баялиева Г.М., Карабаев Н.Т., Тыныштыбаев Б.А.</b> Влияние вида тонкомолотого наполнителя на свойства силикат-натриевых композиционных вяжущих .....	119
<b>Сағындыков А.А., Карабаев Н.Т., Жанузак Р., Абуталипов Е.А.</b> Разработка составов мелкозернистого бетона с использованием современных добавок .....	122
<b>Сағындықов А.Ә., Медетов А.К., Сарбас М., Жылысбаев К.Ш.</b> ЖЭС күлдері және домна шлактары негізіндегі күйдірілмеген жеңіл толтырғыштар .....	127

## ФИЗИКА

<b>Кейкиманова М.Т., Узбекова Д.С., Кутгыбаев А., Ермаханова С.</b> Физикалық есептерді шығаруда Ом заңының жалпы түрінің қолданылуы туралы .....	133
--	-----

## МЕХАНИКА И ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ

ӘОЖ 621.311.24

**Б.А. Қойайдаров<sup>1</sup>, Н.А. Смаң<sup>2</sup>, А.М. Байарыстанова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Техн. ғылымдарының канд., доцент, <sup>2</sup>Магистрант  
М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

### ҚАЛАҚТАРЫ ӨЗІНЕН ЖЕЛДІ ӨТКІЗЕТІН ЖЕЛДӨҢГЕЛЕКТІҢ ОРНЫҚҚАН ҚОЗҒАЛЫСЫ

Жабық қорапты көп қалақты желдөңгелектің орныққан қозғалысының заңдылықтары қарастырылып, анықталды.

**Түйін сөздер:** жел, қалақ, желдөңгелек, жылдамдық, қарсылық күші, момент, қуат.

Жабық қорапта жұмыс жасайтын көп қалақты желдөңгелекті кішірейту мақсатымен өзінен желді өткізетін қалақтармен жабықтау ұсынылған [1, 2].

Желді өткізбейтін қалқан қалақты желдөңгелектің қалақтары жел легімен кезекпен әрекеттеседі [3]. Сол себепті желдөңгелек үлкен болады.

Жабық қорапты көп қалақты желқозғалтқышты құру үшін өзінен желді өткізетін қарсылық күшінің қалақтар жүйесімен жабықталған желдөңгелектің теориялық негізі болуы керек. Желқозғалтқыштың қалыпты жұмыс жасауы көп қалақты желдөңгелектің орныққан қозғалысымен байланысты болады. Осы себепті желді өткізетін қалақтармен жабықталған желдөңгелектің орныққан қозғалысы кезіндегі жел легімен әрекеттесу үрдісі зерттелді. Бұл үрдістің ерекшелігі желдөңгелектің қалақтары жел легінен шеңберлік жылдамдықпен қашатынында болып табылады.

Желқозғалтқыштың жел беретін құбырымен желдөңгелектің қуысына келетін жел легінің мөлшері

$$Q_s = p \cdot S_T \cdot V_1, \quad (1)$$

мұнда:  $p=1,25 \text{ кг/м}^3$  – жел легінің тығыздығы;  $S_T$  – жел беретін құбырдың көлденең қимасының ауданы,  $\text{м}^2$ ;  $V_1$  – келген жел легінің жылдамдығы,  $\text{м/с}$ .

Желдөңгелектің бірінші қалағына түсетін жел легінің жалпы мөлшері

$$Q_1 = p \cdot S_{\text{л}} \cdot (V_1 - U), \quad (2)$$

мұнда:  $S_{\text{л}}$  – желдөңгелек қалағының бетінің ауданы,  $\text{м}^2$ ;  $U$  – желдөңгелектің қалағының орта сызығының шеңберлік жылдамдығы,  $\text{м/с}$ .

Бірінші қалақтың желді өткізбейтін бетінде қалатын жел легінің бөлігінің мөлшері



$$Q_1' = p \cdot S_{\text{л}} \cdot K_n \cdot (V_1 - U), \quad (3)$$

мұнда:  $K_n = S_n / S_{\text{л}}$  – қалақтың желді өткізбейтін бетінің үлесі;  $S_n$  – қалақтың желді өткізбейтін бетінің ауданы, м<sup>2</sup>.

Бірінші қалаққа түсетін жел легінің қарсылық күші [3]

$$F_{C_1} = 0,5 \cdot C \cdot p \cdot S_{\text{л}} \cdot K_n \cdot (V_1 - U)^2, \quad (4)$$

мұнда:  $C$  – қалақтың жел легіне қарсылық коэффициенті [3].

Бірінші қалақтың тесіктерінен екінші қалаққа қарай өтетін жел легінің мөлшері

$$\begin{aligned} Q_2 &= Q_1 - Q_1' = p \cdot S_{\text{л}} \cdot (V_1 - U) - p \cdot S_{\text{л}} \cdot K_n \cdot (V_1 - U); \\ Q_2 &= p \cdot S_{\text{л}} \cdot (V_1 - U) \cdot (1 - K_n). \end{aligned} \quad (5)$$

Бірінші қалақтан өткен жел легі желдөңгелектің қуысына тарап, жылдамдығын өзгертеді [4]

$$Q_2 = p \cdot S_{\text{л}} \cdot V_2.$$

Осыны ескеріп (5) теңдеуден жел легінің 2-ші қалаққа түсетін жылдамдығын анықтаймыз:

$$p \cdot S_{\text{л}} \cdot V_2 = p \cdot S_{\text{л}} \cdot (V_1 - U) \cdot (1 - K_n);$$

осыдан

$$V_2 = (V_1 - U) \cdot (1 - K_n). \quad (6)$$

Жел легінің 2-ші қалаққа түсіретін қарсылық күші

$$\begin{aligned} F_{C_2} &= 0,5 \cdot C \cdot p \cdot S_{\text{л}} \cdot K_n \cdot V_2^2; \\ F_{C_2} &= 0,5 \cdot C \cdot p \cdot S_{\text{л}} \cdot K_n \cdot (V_1 - U)^2 \cdot (1 - K_n)^2. \end{aligned} \quad (7)$$

Екінші қалақтың желді өткізбейтін бетінде қалатын жел легінің мөлшері

$$\begin{aligned} Q_2' &= p \cdot S_{\text{л}} \cdot K_n \cdot V_2 = p \cdot S_{\text{л}} \cdot K_n \cdot (V_1 - U) \cdot (1 - K_n); \\ Q_2' &= p \cdot S_{\text{л}} \cdot K_n \cdot (V_1 - U) \cdot (1 - K_n). \end{aligned} \quad (8)$$

Екінші қалақтың тесіктерінен 3-ші қалаққа қарай өтетін жел легінің мөлшері

$$\begin{aligned} Q_3 &= Q_2 - Q_2' = p \cdot S_{\text{л}} \cdot (V_1 - U) \cdot (1 - K_n) - \\ &- p \cdot S_{\text{л}} \cdot K_n \cdot (V_1 - U) \cdot (1 - K_n); \\ Q_3 &= p \cdot S_{\text{л}} \cdot (V_1 - U) \cdot (1 - K_n)^2. \end{aligned} \quad (9)$$

Желдөңгелектің қуысына тараған жел легінің мөлшері

$$Q_3 = p \cdot S_{\text{л}} \cdot V_3.$$

Осыны ескеріп (9) теңдеуден 3-ші қалаққа түсетін жел легінің жылдамдығын табамыз

$$p \cdot S_{\text{л}} \cdot V_3 = p \cdot S_{\text{л}} \cdot (V_1 - U) \cdot (1 - K_n)^2;$$

осыдан

$$V_3 = (V_1 - U) \cdot (1 - K_n)^2. \quad (10)$$

Жел легінің 3-ші қалаққа түсіретін қарсылық күші

$$F_{C_3} = 0,5 \cdot C \cdot p \cdot S_{\text{л}} \cdot K_n \cdot V_3^2.$$

Осыған (10) формуланы қойып, келесі теңдеуді аламыз:

$$F_{C_3} = 0,5 \cdot C \cdot p \cdot S_{\text{л}} \cdot K_n \cdot (V_1 - U)^2 \cdot (1 - K_n)^4. \quad (11)$$

Үшінші қалақтың желді өткізбейтін бетінде қалатын жел легінің мөлшері

$$Q_3' = p \cdot S_{\text{л}} \cdot K_n \cdot V_3 = p \cdot S_{\text{л}} \cdot K_n \cdot (V_1 - U) \cdot (1 - K_n)^2;$$

$$Q_3' = p \cdot S_{\text{л}} \cdot K_n \cdot (V_1 - U) \cdot (1 - K_n)^2. \quad (12)$$

Үшінші қалақтың тесіктерінен 4-ші қалаққа қарай өтетін жел легінің мөлшері

$$Q_4 = Q_3 - Q_3' = p \cdot S_{\text{л}} \cdot (V_1 - U) \cdot (1 - K_n)^2 - p \cdot S_{\text{л}} \cdot K_n \cdot (V_1 - U) \cdot (1 - K_n)^2;$$

осыдан

$$Q_4 = p \cdot S_{\text{л}} \cdot (V_1 - U) \cdot (1 - K_n)^3. \quad (13)$$

Жел легі желдөңгелектің қуысына тарап жылдамдығын өзгертеді

$$Q_4 = p \cdot S_{\text{л}} \cdot V_4.$$

Осыны ескеріп 4-ші қалаққа түсетін жел легінің жылдамдығын табамыз

$$p \cdot S_{\text{л}} \cdot V_4 = p \cdot S_{\text{л}} \cdot (V_1 - U) \cdot (1 - K_n)^3;$$

осыдан

$$V_4 = (V_1 - U) \cdot (1 - K_n)^3. \quad (14)$$

Жел легінің 4-ші қалаққа түсіретін қарсылық күші

$$F_{C_4} = 0,5 \cdot C \cdot p \cdot S_{\text{л}} \cdot K_n \cdot V_4^2.$$

Осыған (14) формуланы қойып келесі теңдеуді аламыз

$$F_{C_4} = 0,5 \cdot C \cdot p \cdot S_{\text{л}} \cdot K_n \cdot (V_1 - U)^2 \cdot (1 - K_n)^6. \quad (15)$$

Көп қалақты желдөңгелектің орныққан қозғалысы кезінде жел легімен әрекеттесуінің келесі заңдылықтары айқындалды:

1) Қалақтан қалаққа жел легінің мөлшерінің өзгеру заңдылығы:

$$Q_1 = p \cdot S_{\text{Л}} \cdot (V_1 - U) - 1\text{-ші қалаққа түсетін жел легінің мөлшері};$$

$$Q_2 = p \cdot S_{\text{Л}} \cdot (V_1 - U) \cdot (1 - K_n) - 2\text{-ші қалаққа түсетін жел легінің мөлшері};$$

$$Q_3 = p \cdot S_{\text{Л}} \cdot (V_1 - U) \cdot (1 - K_n)^2 - 3\text{-ші қалаққа түсетін жел легінің мөлшері};$$

$$Q_4 = p \cdot S_{\text{Л}} \cdot (V_1 - U) \cdot (1 - K_n)^3 - 4\text{-ші қалаққа түсетін жел легінің мөлшері};$$

$Q_Z = p \cdot S_{\text{Л}} \cdot (V_1 - U) \cdot (1 - K_n)^{Z-1} - Z\text{-ші қалаққа түсетін жел легінің мөлшері}.$

2) Жел легінің жылдамдығының қалақтан қалаққа өзгеру заңдылығы:

$$V_1 - U - 1\text{-ші қалаққа түсетін жел легінің жылдамдығы};$$

$$V_2 = (V_1 - U) \cdot (1 - K_n) - 2\text{-ші қалаққа түсетін жел легінің жылдамдығы};$$

$$V_3 = (V_1 - U) \cdot (1 - K_n)^2 - 3\text{-ші қалаққа түсетін жел легінің жылдамдығы};$$

$$V_4 = (V_1 - U) \cdot (1 - K_n)^3 - 4\text{-ші қалаққа түсетін жел легінің жылдамдығы};$$

$$V_Z = (V_1 - U) \cdot (1 - K_n)^{Z-1} - Z\text{-ші қалаққа түсетін жел легінің жылдамдығы}.$$

3) Қалақтарға түсетін жел легінің қарсылық күшінің заңдылығы:

$$F_{C_1} = 0,5 \cdot C \cdot p \cdot S_{\text{Л}} \cdot K_n \cdot (V_1 - U)^2 - 1\text{-ші қалаққа түсетін қарсылық күші};$$

$F_{C_2} = 0,5 \cdot C \cdot p \cdot S_{\text{Л}} \cdot K_n \cdot (V_1 - U)^2 \cdot (1 - K_n)^2 - 2\text{-ші қалаққа түсетін қарсылық күші};$

$$F_{C_3} = 0,5 \cdot C \cdot p \cdot S_{\text{Л}} \cdot K_n \cdot (V_1 - U)^2 \cdot (1 - K_n)^4 - 3\text{-ші қалаққа түсетін қарсылық күші};$$

$F_{C_4} = 0,5 \cdot C \cdot p \cdot S_{\text{Л}} \cdot K_n \cdot (V_1 - U)^2 \cdot (1 - K_n)^6 - 4\text{-ші қалаққа түсетін жел легінің қарсылық күші};$

$$F_{C_Z} = 0,5 \cdot C \cdot p \cdot S_{\text{Л}} \cdot K_n \cdot (V_1 - U)^2 \cdot (1 - K_n)^{2(Z-1)} - Z\text{-ші қалаққа түсетін қарсылық күші}.$$

Желдөңгелектің орныққан қозғалысы кезінде оның жұмысшы қалақтарына түскен жел легінің қарсылық күштері желдөңгелектің айналдыру моментін құрайды

Желдөңгелектің жұмысшы қалақтарына түскен жел легінің қарсылық күштері желдөңгелекті айналысқа келтіреді

$$M_K = 0,25 \cdot (D_H + D_e) \sum_{i=1}^Z F_{C_i};$$

мұнда:  $Z$  – желдөңгелектегі жұмысшы қалақтар саны;  
 $F_{C_i} = 0,5 \cdot C \cdot p \cdot S_{\text{Л}} \cdot K_n \cdot (V_1 - U)^2 \cdot (1 - K_n)^{2(i-1)}$  –  $i$ -қалаққа түсетін жел легінің қарсылық күші.

$$\text{Сонда } M_K = 0,25 \cdot (D_H + D_e) \sum_{i=1}^Z 0,5 \cdot C \cdot p \cdot S_{\text{Л}} \cdot K_n \cdot (V_1 - U)^2 \cdot (1 - K_n)^{2(i-1)} \quad (16)$$

Желдөңгелектің қалағына түсетін жел легінің қарсылық күшінің қуаты

$$N_i = F_{C_i} \cdot U, \text{ Вт} \quad (17)$$

Желдөңгелектің барлық жұмысшы қалақтарына түскен жел легінің қарсылық күштерінің қосынды қуаты желдөңгелектің қуаты болады

$$N_K = \sum_{i=1}^Z N_i. \quad (18)$$

Қарсылық күшінің формуласын ( $F_{C_i}$ ) және (17), (18) теңдеулерді ескеріп, көп қалақты желдөңгелектің қуатының формуласын аламыз

$$N_K = \sum_{i=1}^Z 0,5 \cdot C \cdot p \cdot S_{\text{л}} \cdot K_n \cdot U \cdot (V_1 - U)^2 \cdot (1 - K_n)^{2(i-1)}. \quad (19)$$

мұнда:  $U$  – желдөңгелектің қалағының орта нүктесінің шеңберлік жылдамдығы, м/с.

Желдөңгелектің қуысындағы жел легінің жылдамдығының өзгеру заңдылығы

$$V_Z = (V_1 - U) \cdot (1 - K_n)^{Z-1}. \quad (20)$$

Осы заңдылықтан желдөңгелектің қалағының орта нүктесінің шеңберлік жылдамдығын анықтаймыз

$$U = V_1 - \frac{V_Z}{(1 - K_n)^{Z-1}}, \quad (21)$$

мұнда:  $V_Z$  – жел легінің желдөңгелектен шығу жылдамдығы, м/с.

Желқозғалтқыштан сыртқа шығатын жел легінің жылдамдығы ( $V_Z$ ) желдің жұмыс жасай алатын төменгі жылдамдығынан кем болмау керек

$$V_Z \geq V_{\min}, \quad (22)$$

мұнда:  $V_{\min} \geq 4 \text{ м/с}$  – жел легінің жұмыс жасай алатын төменгі жылдамдығы [3].

Сондықтан, желқозғалтқышқа кіретін ( $V_1$ ) және одан шығатын ( $V_Z$ ) жел легінің жылдамдығы шектеледі

$$K_V = \frac{V_1}{V_Z}, \quad (23)$$

мұнда:  $K_V$  – беріліс қатынасы.

Желқозғалтқыштың беріліс қатынасын ( $K_V$ ) ескеріп (21) формуланы келесі түрде жазуға болады

$$U = V_1 \cdot \left( 1 - \frac{1}{K_V \cdot (1 - K_n)^{Z-1}} \right). \quad (24)$$

Желқозғалтқыштың жел легінің жылдамдығын пайдалану коэффициенті

$$C_V = 1 - \frac{1}{K_V \cdot (1 - K_n)^{Z-1}}. \quad (25)$$

Сонда, желдөңгелектің шеңберлік жылдамдығы желқозғалтқышқа кіретін жел легінің жылдамдығына тәуелді келесі формуламен анықталады

$$U = C_V \cdot V_1 \quad (26)$$

Көп қалақты желдөңгелектің айналым саны

$$n_K = \frac{38,2}{D_H + D_e} \cdot C_V \cdot V_1 \quad (27)$$

Желқозғалтқыштың жел легінің жылдамдығын пайдалану коэффициенті ( $C_V$ ) желқозғалтқыштың беріліс қатынасына ( $K_V$ ), қалақтың желді өткізбейтін бетінің үлесіне ( $K_n$ ) және жұмысшы қалақтар санына ( $Z$ ) тәуелді болады.

Желдөңгелекті орнынан қозғалтуға қажетті жұмысшы қалақтар санын (20) формуладан  $U=0$  болу шартынан анықтауға болады:

$$V_Z = V_1 \cdot (1 - K_n)^{Z-1}; \quad (1 - K_n)^{Z-1} = \frac{V_Z}{V_1} = \frac{1}{K_V};$$

$$(Z - 1) \ln(1 - K_n) = \ln \frac{1}{K_V};$$

осыдан

$$Z = \frac{\ln 1 - \ln K_V}{\ln(1 - K_n)} + 1 = -\frac{\ln K_V}{\ln(1 - K_n)} + 1. \quad (28)$$

Желқозғалтқышқа кірген жел легінің оған берген энергия мөлшері

$$\Delta W = 0,5 \cdot m \cdot (V_1^2 - V_Z^2), \quad (29)$$

мұнда:  $m$  – желқозғалтқышқа кірген жел легінің массасы.

Бұл энергияның бір бөлігі желдөңгелекке өтеді, ал қалған бөлігі басқа шығындарға (үйкеліс, саңылаулардан сыртқа шығу және т.б.) кетеді.

Сондықтан, жел энергиясын жақсы пайдалану үшін желқозғалтқыштағы пайдасыз шығындарды азайтып, беріліс қатынасын ( $K_V$ ) үлкейту керек.

Өзінен желді өткізетін қалақтар жүйесімен жабдықталған желдөңгелекті желқозғалтқыштың беріліс қатынасы  $K_V > 5$  болғаны тиімді. Сондықтан желқозғалтқышқа кіретін жел легінің жылдамдығы  $V_1 \geq 20$  м/с болуы керек.

Көп қалақты желқозғалтқыштың айналдыру моментін жел жылдамдығын пайдалану коэффициенті ( $C_V$ ) бойынша анықтауға болады. Ол үшін (26) формуланы (16) теңдеуге қойып келесі формуланы ааламыз

$$M_K = 0,25 \cdot (D_H + D_e) \cdot \sum_{i=1}^Z 0,5 \cdot C \cdot (1 - C_V)^2 \cdot (1 - K_n)^{2(i-1)} \quad (30)$$

Көп қалақты желқозғалтқыштың қуатын жел жылдамдығын пайдалану коэффициенті ( $C_V$ ) бойынша анықтауға болады

$$N_K = \sum_{i=1}^Z 0,5 \cdot 25 C_V \cdot (1 - C_V)^2 \cdot (1 - K_n)^{2(i-1)} \quad (31)$$

Өзінен желді өткізетін қарсылық күшінің қалақтарымен жабдықталған желдөңгелектің құрылған математикалық үлгісі көп қалақты желқозғалтқышты жобалау әдістемесін құруға мүмкіндік жасайды.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Койайдаров, Б.А. Көп қалақты желқозғалтқышты зерттеу [Мәтін] / Б.А. Койайдаров, Е.М. Кошеров // Механика және технологиялар. – 2014. – №2. – Б.77-83.
2. Кошеров, Е.М. Қалақты желқозғалтқышты құру және зерттеу [Мәтін] / Е.М. Кошеров / Магистірлік диссертация. – Тараз: Тараз университеті, 2014.
3. Фолькер Куашнинг. Системы возобновляемых источников энергии. Технология-расчеты-моделирование [Текст] / Куашнинг Фолькер. [Пер. с немецкого]. – Астана: Фолиант, 2013. – 432 с.
4. Кострюков, В.А.. Основы гидравлики и аэродинамики. [Текст] / В.А. Кострюков. – М.: Высшая школа, 1975.

*Материал редакцияға 19.05.16 түсті.*

**Б.А. Койайдаров, Н.А. Сман, А.М. Байарыстанова**

*Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан*

#### УСТАНОВИВШЕЕСЯ ДВИЖЕНИЕ ВЕТРОКОЛЕСА С ЛОПАСТЯМИ, ПРОПУСКАЮЩИЕ ПОТОКИ ВЕТРА

Рассмотрены и определены закономерности установившегося движения многолопастного ветроколеса, оформленного в закрытом корпусе.

**Ключевые слова:** ветер, лопасть, ветроколесо, скорость, сила сопротивления, момент, мощность.

**В.А. Koyaydarov, N.A. Sman, A.M. Bayarystanova**

*Taraz State University the M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan*

#### STEADY MOTION OF THE WIND WHEEL WITH PROPELLER BLADES, SKIPPING THE WIND FLOW

The regularities of steady motion of the multiblade wind wheel composed in a close hull are considered and identified.

**Keywords:** wind, vane, wind wheel, speed, resistance strength, moment, power.

ӘОЖ 621.311.24

Б.А. Қойайдаров<sup>1</sup>, Н.А. Сман<sup>2</sup>, А.М. Байарыстанова<sup>3</sup><sup>1</sup>Техн. ғылымдарының канд., доцент, <sup>2</sup>Магистрант  
М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан**ӨЗІНЕН ЖЕЛДІ ӨТКІЗЕТІН ҚАРСЫЛЫҚ КҮШТІ ҚАЛАҚТАР  
ЖҮЙЕСІМЕН ЖАБДЫҚТАЛҒАН ЖЕЛДӨНГЕЛЕКТІҢ  
ҚОЗҒАЛЫСҚА КІРУІ**

Жабық қорапты көп қалақты желдөңгелектің қозғалысқа кіру заңдылықтары анықталған.

**Түйін сөздер:** жел, қалақ, желдөңгелек, жылдамдық, қарсылық күші, момент.

Қарсылық күшімен жұмыс жасайтын желқозғалтқыштардың негізгі кемшілігі – олардың қалақтары жел легінің күшіне кезекпен түседі. Сондықтан, мұндай желқозғалтқыштардың габаритті өлшемдері үлкен болып келеді [1].

Осыған байланысты, қалақтарының көбі жел легімен бір уақытта (параллель) әрекеттесетін көп қалақты желқозғалтқыш құру ұсынылған [2, 3].

Желдөңгелекте тізбектеліп орналасқан қалақтардың көбі жел легінде болу үшін қалақтар өзінен жел өткізетін болуы керек.

Қарсылық күшінің қалағы өзінен желді өткізу үшін тесіктері болуы керек немесе жел жүретін қуыс пішінді болады. Сонда, жел легі көп қалақты желдөңгелекте қалақтан қалаққа өтіп, оларға күш түсіреді.

Өзінен желді өткізетін қалақ беті желді өткізетін және өткізбейтін беттерден тұрады

$$S_{\text{Л}} = S_{\text{С}} + S_{\text{н}}, \quad (1)$$

мұнда:  $S_{\text{Л}}$  – қалақтың бетінің ауданы,  $\text{м}^2$ ;  $S_{\text{С}}$  – қалақтың желді өткізетін бетінің ауданы,  $\text{м}^2$ ;  $S_{\text{н}}$  – қалақтың желді өткізбейтін бетінің ауданы,  $\text{м}^2$ .

Қарсылық күшінің қалағының желді өткізбейтін бетінің үлесі

$$K_{\text{н}} = \frac{S_{\text{н}}}{S_{\text{Л}}}. \quad (2)$$

Өзінен желді өткізетін қалақтар желдөңгелектің жел жүретін қуысына біркелкі бұрыштық адыммен орналасады

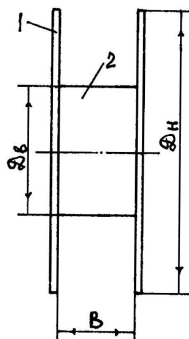
$$\alpha_{\text{н}} = \frac{2\pi}{Z_{\text{Л}}} \quad (3)$$

мұнда  $Z_{\text{Л}}$  – желдөңгелектің қуысындағы қалақтар саны.

Көп қалақты желдөңгелектің корпусының құрылысы 1-суретте көрсетілді. Ол екі дискіден (1) және цилиндрден (2) тұрады. Дискілер (1) цилиндрге (2) пісіріліп бекітіледі. Қалақтар желдөңгелек қуысының ішіне біркелкі бұрыштық адыммен ( $\alpha_{\text{Л}}$ ) пісіріліп бекітіледі.

Көп қалақты желдөңгелек желқозғалтқыш корпусының ішіне білікке отырғызылады. Желдөңгелектің жел жүретін қуысына жел легі

желқозғалтқыштың құбырына бекітілген құбырмен беріледі. Құбырдың көлденең қимасының пішіні мен өлшемдері желдөңгелектің жел жүретін қуысының пішіні мен өлшемдеріндей болады.



Сурет 1. Желдөңгелек корпусының сызбасы

Көп қалақты желдөңгелектің параметрлері келесідей:  $D_n$  – сыртқы диаметрі;  $D_b$  – ішкі диаметрі;  $B$  – желдөңгелек қуысының ені;  $Z_n$  – қалақтар саны. Көп қалақты желқозғалтқышты жобалауда осы параметрлер анықталады. Ол үшін көп қалақты желдөңгелектің жұмыс жасауының барлық заңдылықтарын білу қажет. Сондықтан, осы жұмыста көп қалақты желдөңгелектің қозғалысқа кіру үрдісі қарастырылды.

Желқозғалтқыштың құбырымен келген жел легі тыныш тұрған желдөңгелектің қарсы орналасқан бірінші қалағына түседі.

Жел легінің қалақ бетіне түсіретін қарсылық күші келесідей болады [1]:

$$F_{C_1} = 0,5 \cdot C \cdot p \cdot S_n \cdot V_1^2, \quad (4)$$

мұнда:  $C$  – қалақтың қарсылық коэффициенті;  $p=1,25 \text{ кг/м}^3$  – жел легінің тығыздығы;  $V_1$  – қалаққа түскен жел легінің жылдамдығы, м/с;  $S_n=K_n \cdot S_n$  – қалақтың жел өткізбейтін бетінің ауданы,  $\text{м}^2$ .

Бірінші қалаққа түскен жел легінің бір бөлігі қалақ бетінде қалып қарсылық күшін ( $F_{C_1}$ ) тудырады, ал қалған бөлігі оның тесіктерінен өтіп, келесі қалаққа кетеді.

Желдөңгелектің бірінші қалағына келген жел легінің мөлшері

$$Q_1 = p \cdot S_n \cdot V_1. \quad (5)$$

Бірінші қалақтың бетінде қалған жел легінің бөлігінің мөлшері

$$Q'_1 = p \cdot S_n \cdot V_1 = \rho \cdot K_n \cdot S_n \cdot V_1. \quad (6)$$

Қалақтың тесіктерінен өтіп келесі қалаққа кеткен жел легінің мөлшері

$$\begin{aligned} Q_2 &= Q_1 - Q'_1 = p \cdot S_n \cdot V_1 - \rho \cdot K_n \cdot S_n \cdot V_1 = p \cdot S_n \cdot V_1 (1 - K_n); \\ Q_2 &= p \cdot S_n \cdot V_1 (1 - K_n), \end{aligned} \quad (7)$$



Қалақтың тесігінен өткен жел легі желдөңгелектің жел жүретін қуысына таралып, жылдамдығын өзгертеді

$$Q_2 = p \cdot S_{\text{Л}} \cdot V_2. \quad (8)$$

Осы (8) теңдеуді (7) теңдеуге қойып, жел легінің екінші қалаққа түсетін жылдамдығын анықтаймыз:

$$p \cdot S_{\text{Л}} \cdot V_2 = p \cdot S_{\text{Л}} \cdot V_1 \cdot (1 - K_n);$$

осыдан

$$V_2 = V_1 \cdot (1 - K_n). \quad (9)$$

Бірінші қалақтан өткен жел легінің екінші қалаққа түсіретін қарсылық күші

$$F_{C_2} = 0,5 \cdot C \cdot p \cdot S_n \cdot V_2^2. \quad (10)$$

Желдөңгелектегі барлық қалақтар бірдей деп есептейміз. Сондықтан (2) және (9) формулаларды ескеріп, (10) теңдеуді келесі түрде жазуға болады:

$$F_{C_2} = 0,5 \cdot C \cdot p \cdot S_{\text{Л}} \cdot K_n \cdot V_1^2 \cdot (1 - K_n)^2. \quad (11)$$

Екінші қалақтың жел өткізбейтін бетінде қалатын жел легінің бөлігінің мөлшері

$$Q_2' = p \cdot S_n \cdot V_2 = p \cdot S_{\text{Л}} \cdot K_n \cdot V_1 (1 - K_n);$$

$$Q_2' = p \cdot S_{\text{Л}} \cdot K_n \cdot V_1 (1 - K_n). \quad (12)$$

Екінші қалақтың тесіктері арқылы үшінші қалаққа қарай өтетін жел легінің мөлшері

$$Q_3 = Q_2 - Q_2' = p \cdot S_{\text{Л}} \cdot V_1 \cdot (1 - K_n) - p \cdot S_{\text{Л}} \cdot K_n \cdot V_1 \cdot (1 - K_n) =$$

$$= p \cdot S_{\text{Л}} \cdot V_1 \cdot (1 - K_n) \cdot (1 - K_n);$$

$$Q_3 = p \cdot S_{\text{Л}} \cdot V_1 \cdot (1 - K_n)^2. \quad (13)$$

Қалақтан қуысқа өткен жел легі кеңейіп, жылдамдығын өзгертеді

$$Q_3 = p \cdot S_{\text{Л}} \cdot V_3.$$

Осыны ескеріп (13) теңдеуден үшінші қалаққа түсетін жел легінің жылдамдығын табамыз

$$p \cdot S_{\text{Л}} \cdot V_3 = p \cdot S_{\text{Л}} \cdot V_1 \cdot (1 - K_n)^2;$$

осыдан

$$V_3 = V_1 \cdot (1 - K_n)^2. \quad (14)$$

Екінші қалақтан өткен жел легінің үшінші қалаққа түсіретін қарсылық күші

$$F_{C_3} = 0,5 \cdot C \cdot p \cdot S_{\text{Л}} \cdot K_n \cdot V_1^2 (1 - K_n)^4. \quad (15)$$

Үшінші қалақтың жел өткізбейтін бетінде қалатын жел легінің мөлшері

$$Q_3' = p \cdot S_{\text{Л}} \cdot K_n \cdot V_1 (1 - K_n)^2. \quad (16)$$

Үшінші қалақтың тесіктерінен төртінші қалаққа өтетін жел легінің мөлшері

$$\begin{aligned} Q_4 &= Q_3 - Q_3' = p \cdot S_{\text{Л}} \cdot V_1 \cdot (1 - K_n)^2 - p \cdot S_{\text{Л}} \cdot K_n \cdot V_1 \cdot (1 - K_n)^2 = \\ &= p \cdot S_{\text{Л}} \cdot V_1 \cdot (1 - K_n)^3; \\ Q_4 &= p \cdot S_{\text{Л}} \cdot V_1 \cdot (1 - K_n)^3. \end{aligned} \quad (17)$$

Желдөңгелектің қуысына өткен жел легі кеңейіп, жылдамдығын өзгертеді

$$Q_4 = p \cdot S_{\text{Л}} \cdot V_4.$$

Осыны ескеріп (17) теңдеуден төртінші қалаққа түсетін жел легінің жылдамдығын табамыз

$$p \cdot S_{\text{Л}} \cdot V_4 = p \cdot S_{\text{Л}} \cdot V_1 \cdot (1 - K_n)^3;$$

осыдан

$$V_4 = V_1 \cdot (1 - K_n)^3. \quad (18)$$

Үшінші қалақтан өткен жел легінің төртінші қалаққа түсіретін қарсылық күші

$$F_{C_4} = 0,5 \cdot C \cdot p \cdot S_{\text{Л}} \cdot K_n \cdot V_1^2 (1 - K_n)^6. \quad (19)$$

Жоғарыда қарастырылған үрдістер негізінде, өзінен желді өткізетін қарсылық күшінің қалақтар жүйесімен жабдықталған желдөңгелектің берілген жел легімен қозғалысқа кіру режимінде әрекеттесуінің келесі заңдылықтары айқындалады:

1. Жел легінің мөлшерінің өзгеру заңдылығы:

$$Q_1 = p \cdot S_{\text{Л}} \cdot V_1 - 1\text{-ші қалаққа түсетін жел легінің мөлшері};$$

$$Q_2 = p \cdot S_{\text{Л}} \cdot V_1 \cdot (1 - K_n) - 2\text{-ші қалаққа түсетін жел легінің мөлшері};$$

$$Q_3 = p \cdot S_{\text{Л}} \cdot V_1 \cdot (1 - K_n)^2 - 3\text{-ші қалаққа түсетін жел легінің мөлшері};$$

$$Q_4 = p \cdot S_{\text{Л}} \cdot V_1 \cdot (1 - K_n)^3 - 4\text{-ші қалаққа түсетін жел легінің мөлшері};$$

$$Q_Z = p \cdot S_{\text{Л}} \cdot V_1 \cdot (1 - K_n)^{Z-1} - Z\text{-ші қалаққа түсетін жел легінің мөлшері}.$$

2. Жел легінің жылдамдығының өзгеру заңдылығы:

$$V_1 - 1\text{-ші қалаққа түсетін жел легінің жылдамдығы};$$

$$V_2 = V_1 \cdot (1 - K_n) - 2\text{-ші қалаққа түсетін жел легінің жылдамдығы};$$

$$V_3 = V_1 \cdot (1 - K_n)^2 - 3\text{-ші қалаққа түсетін жел легінің жылдамдығы};$$

$$V_4 = V_1 \cdot (1 - K_n)^3 - 4\text{-ші қалаққа түсетін жел легінің жылдамдығы};$$

$$V_Z = V_1 \cdot (1 - K_n)^{Z-1} - Z\text{-ші қалаққа түсетін жел легінің жылдамдығы}.$$

3. Қалақтарға түсетін жел легінің қарсылық күшінің заңдылығы:

$$F_{C_1} = 0,5 \cdot C \cdot p \cdot S_{\text{Л}} \cdot K_n \cdot V_1^2 - 1\text{-ші қалаққа түсетін қарсылық күші};$$

$F_{C_2} = 0,5 \cdot C \cdot p \cdot S_{\text{л}} \cdot K_n \cdot V_1^2 \cdot (1 - K_n)^2$  – 2-ші қалаққа түсетін қарсылық күші;

$F_{C_3} = 0,5 \cdot C \cdot p \cdot S_{\text{л}} \cdot K_n \cdot V_1^2 (1 - K_n)^4$  – 3-ші қалаққа түсетін қарсылық күші;

$F_{C_4} = 0,5 \cdot C \cdot p \cdot S_{\text{л}} \cdot K_n \cdot V_1^2 (1 - K_n)^6$  – 4-ші қалаққа түсетін қарсылық күші;

$F_{C_Z} = 0,5 \cdot C \cdot p \cdot S_{\text{л}} \cdot K_n \cdot V_1^2 (1 - K_n)^{2(Z-1)}$  – Z-ші қалаққа түсетін қарсылық күші.

Желдөңгелектегі өзінен желді өткізетін қарсылық күшінің параллель жұмыс жасауға болатын қалақтар саны жел легінің күш түсіре алатын төменгі жылдамдығымен анықталады

$$V_Z = V_{\min}.$$

Осы шарттан желдөңгелектің параллель (тізбектеліп) жұмыс жасайтын қалақтар санын табуға болады:

$$V_Z = V_{\min} = V_1 \cdot (1 - K_n)^{Z-1}; \quad (1 - K_n)^{Z-1} = \frac{V_{\min}}{V_1};$$

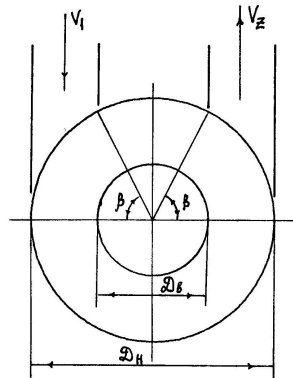
$$(Z - 1) \ln(1 - K_n) = \ln \frac{V_{\min}}{V_1};$$

$$Z = \frac{\ln V_{\min} - \ln V_1}{\ln(1 - K_n)} + 1. \quad (20)$$

Қалақтар желдөңгелектің жел жүретін қуысында орналасады (2-сурет). Жел легі желдөңгелектің жел жүретін қуысына жел беретін құбырмен (1) келеді де, жел шығаратын құбырмен (2) сыртқа кетеді (2-сурет). Осы екі құбыр аралығындағы желдөңгелектің қуысында жұмысшы қалақтар орналасады. Сонда, желдөңгелектің жұмысшы қалақтар орналасатын бұрышы  $\varphi = \pi + \beta$  болады,

мұнда

$$\beta = \arccos \frac{D_g}{D_H}.$$



Сурет 2. Желдөңгелектің қалақтар санын есептеу сұлбасы

Желдөңгелектегі қалақтардың орналасуының бұрыштық адымы

$$\alpha_{\text{Л}} = \frac{\varphi}{Z} = \frac{\pi + \beta}{z}. \quad (21)$$

Желдөңгелектегі қалақтардың жалпы саны (3) формуламен анықталады.

Желдөңгелектің жұмысшы қалақтарына түскен жел легінің қарсылық күштері желдөңгелекті айналысқа келтіреді

$$M_K = 0,25 \cdot (D_H + D_6) \sum_{i=1}^Z F_{C_i};$$

$$M_K = 0,25 \cdot (D_H + D_6) \sum_{i=1}^Z C \cdot S_{\text{Л}} \cdot K_n \cdot V_1^2 \cdot p \cdot 0,5 \cdot (1 - K_n)^{2(i-1)}, \quad (22)$$

мұнда  $M_K$  – желдөңгелектің айналдыру моменті, Н·м.

Өзінен желді өткізетін қарсылық күшінің қалақтар жүйесімен жабдықталған желдөңгелектің қозғалысқа кіру кезіндегі айналдыру моментінің өзгеру заңдылығын анықтаймыз:  $D_H=400$  мм;  $D_6=200$  мм;  $B=50$  мм;  $\rho=1,25$  кг/м<sup>3</sup>;  $C=1,2$  – пластина қалақтың қарсылық коэффициенті [1];  $V_1=10$  м/с – желдөңгелекке кіретін жел легінің жылдамдығы;  $V_{\min}=4$  м/с – жел легінің желдөңгелектегі төменгі жылдамдығы;  $S_{\text{Л}}=0,5 \cdot (D_H - D_6) \cdot B=0,5 \cdot (0,4 - 0,2) \cdot 0,05=0,005$  м<sup>2</sup> – пластина пішінді қалақ бетінің ауданы; пластина қалақтың жел өткізбейтін бетінің үлесі:  $K_n=0,10$ ;  $K_n=0,15$ ;  $K_n=0,20$ ;  $K_n=0,25$ ;  $K_n=0,30$ ; жел беретін және шығаратын құбырлардың желдөңгелекке кіру бұрышы

$$\beta = \arccos \frac{0,2}{0,4} = 60^\circ; \beta = 60^\circ.$$

Желдөңгелекте жұмысшы қалақтардың орналасу бұрышы

$$\varphi = 180 + 60 = 240^\circ; \varphi = 240^\circ.$$

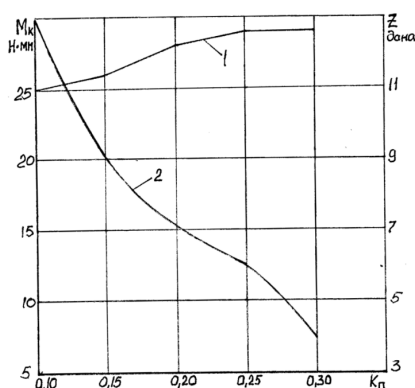
Қалақтың жел өткізбейтін бетінің үлесіне ( $K_n$ ) қатысты параметрлердің есептелген мәндері 1-кестеде келтірілді.

Кесте 1

Желдөңгелек параметрлері

$K_n$	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
$Z$ , дана	9	6	5	4	3
$\alpha_{\text{Л}}$ , град.	27	40	48	60	80
$Z_{\text{Л}}$ , дана	13	9	7	6	4
$M_K$ , Н·мм	25	26	28	29	29

Қалақтар жүйесінің жел өткізбейтін бетінің үлесіне ( $K_n$ ) тәуелді желдөңгелектің қалақтар саны ( $Z$ ) мен айналдыру моментінің ( $M_K$ ) өзгеру графиктері 3-суретте келтірілді. Қалақтардың жел өткізбейтін бетінің үлесі ( $K_n$ ) үлкейген сайын желдөңгелектің қалақтар саны ( $Z$ ) қисық сызықты заңдылықпен тез азаяды, ал айналдыру моментінің ( $M_K$ ) өзгеруі аз. Табылған заңдылықтардан (3-сурет) көп қалақты желдөңгелекті жел өткізбейтін бетінің үлесі 25% қалақтармен жабдықтау оңтайлы болатынын көруге болады.



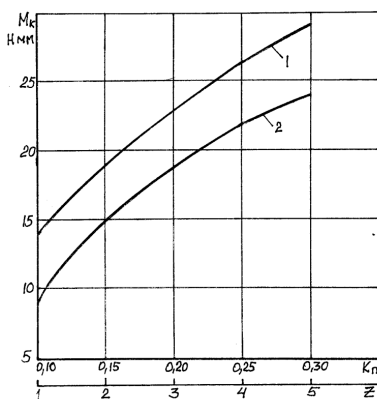
Сурет 3. Желдөңгелектің қалақтар саны ( $Z$ ) мен айналдыру моментінің ( $M_K$ ) графиктері: 1 –  $M_K = M_K(K_n)$ ; 2 –  $Z = Z(K_n)$ .

Үш қалақты желдөңгелектің айналдыру моментінің ( $M_K$ ) қалақтардың жел өткізбейтін бетінің үлесіне тәуелді өзгеруі 2-кестеде және 4-суретте келтірілді.

Кесте 2

Желдөңгелектің айналдыру моменті

$K_n$	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
$M_K, \text{Н}\cdot\text{мм}$	14	19	23	26	29



Сурет 4. Желдөңгелектің айналдыру моментінің ( $M_K$ ) қалақтардың және өткізбейтін бетінің үлесіне ( $K_n$ ) және қалақтар санына ( $Z$ ) тәуелді өзгеру графиктері: 1 –  $M_K = M_K(K_n)$ ; 2 –  $M_K = M_K(K_n)$ .

Қалақтардың жел өткізбейтін бетінің үлесі ( $K_n$ ) үлкейген сайын желдөңгелектің айналдыру моменті ( $M_K$ ) қисық сызықты заңдылықпен өседі (4-сурет, 1-график).

Қалақтарының жел өткізбейтін беттерінің үлесі 15% желдөңгелектің айналдыру моментінің ( $M_K$ ) қалақтар санына ( $Z$ ) тәуелді есептелген мәндері 3-кестеде, ал өзгеру графигі 4-суретте келтірілді.

Кесте 3

Желдөңгелектің айналдыру моменті

Z, дана	1	2	3	4	5
M <sub>к</sub> , Н·мм	9	15	19	22	24

Желдөңгелектің айналдыру моменті (M<sub>к</sub>) қалақтар саны көбейген сайын қисық сызықты заңдылықпен өседі (4-сурет, 2-график).

Желдөңгелектің қалақтарына түскен қарсылық күштерінің (F<sub>C<sub>i</sub></sub>) моменті желдөңгелектің білігіндегі қарсылық моментінің (M<sub>c</sub>) шамасына жеткенде желдөңгелектің қозғалысы басталады

$$M_{\kappa} = 0,25 \cdot (D_H + D_{\theta}) \sum_{i=1}^Z F_{C_i} = M_c \quad (23)$$

Осы шарттан жел легі желдөңгелектің қай қалағына жеткенде қозғалыс басталатынын табуға болады:

$$F_C = \frac{M_c}{0,25 \cdot (D_H + D_{\theta})} = \sum_{i=1}^Z F_{C_i}, \quad (24)$$

мұнда: F<sub>C</sub> – желдөңгелектің қозғалысы басталатын жел легінің қарсылық күші, Н.

Егер  $F_{C_1} < F_C < F_{C_1} + F_{C_2}$  болса, онда желдөңгелектің қозғалысы жел легі 2-ші қалаққа түскенде басталады.

Ал, егер  $F_{C_1} + F_{C_2} < F_C < F_{C_1} + F_{C_2} + F_{C_3}$  болса, онда желдөңгелектің қозғалысы жел легі 3-ші қалаққа жеткенде басталады.

Өзінен желді өткізетін қалақтар жүйесімен жабдықталған желдөңгелектің жел жүретін қуысына берілген жел легінің жылдамдығы қалақтардан өткен сайын кішірейеді. Жел легінің желдөңгелектің қалақтарына түсетін жылдамдықтары формуламен

$$V_Z = V_1 \cdot (1 - K_n)^{Z-1} \quad (25)$$

есептеліп, 4-кестеде келтірілді.

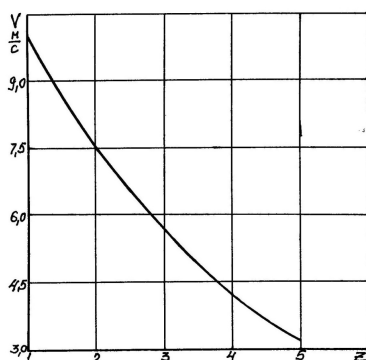
Есептеу шарты: V<sub>1</sub>=10м/с; K<sub>n</sub>=0,25; Z=5.

Кесте 4

Қалақтардағы жел легінің жылдамдығы

Z, қалақ	1	2	3	4	5
V <sub>i</sub> , м/с	10	7,5	5,6	4,2	3,2

Желдөңгелектің жұмысшы қалақтарында жел легінің жылдамдығының өзгеру графигі 5-суретте көрсетілді. Жел легінің жылдамдығы қалақтан қалаққа кішірейеді, жұмысшы қалақтар саны өскен сайын жел легінің қалақтарға бөлінуіне байланысты қисық сызықты заңдылықпен төмендейді.



Сурет 5. Жел легінің жылдамдығының көп қалақты желдөңгелектің қалақтарындағы өзгеру графигі

Жоғарыда жүргізілген зерттеулердің нәтижесі бойынша келесі тұжырымдамаларды жасауға болады:

1) Өзінен желді өткізетін қалақтар жүйесімен жабдықталған желдөңгелектің жел жүретін қуысына берілген жел легінің мөлшері және жылдамдығы қалақтардан өткен сайын кішірейді;

2) Жел легінің қалақтарға түсірген қарсылық күштері желдөңгелекті қозғалысқа келтіретін айналдыру моментін тудырады;

3) Жел легі желдөңгелектің жел өтіндегі қалақтарының бірінде оны қозғалысқа кіргізеді. Қай қалақта қозғалыс басталатыны желдөңгелектің білігіне түскен қарсылық моментінің шамасына байланысты болады.

Жүргізілген зерттеулермен табылған заңдылықтар көп қалақты желдөңгелекті оңтайлап құрамдауға мүмкіндік жасайды.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Фольклор Куашнинг. Системы возобновляемых источников энергии. Технология-Расчеты-Моделирование [Текст] / Куашнинг Фольклор. [Пер. с немецкого]. – Астана: Фолиант, 2013. – 432 с.
2. Қойайдаров Б.А., Кошеров Е.М. Көп қалақты қозғалтқышты зерттеу [Мәтін] / Б.А. Қойайдаров, Е.М. Кошеров // Механика және технологиялар. – 2014. – №2. – Б. 77-82.
3. Кошеров, Е.М. Көп қалақты қозғалтқышты құру және зерттеу [Мәтін] / Е.М. Кошеров / Магистрлік диссертация. – Тараз, 2014.

Материал редакцияға 19.05.16 түсті.

**Б.А. Қойайдаров, Н.А. Смаң, А.М. Байарыстанова**

*Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, РК*

#### НАЧАЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ ВЕТРОКОЛЕСА, СНАБЖЕННОГО СИСТЕМОЙ ЛОПАСТЕЙ СОПРОТИВЛЕНИЯ, ПРОПУСКАЮЩИЕ ПОТОКИ ВЕТРА

Определены закономерности начального движения многолопастного ветроколеса, смонтированного в закрытом корпусе.

**Ключевые слова:** ветер, лопасть, ветроколесо, скорость, сила сопротивления, момент.

**В.А. Койыдаров, N.A. Sman, A.M. Bayarstanova**

*Taraz State University M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan*

### **INITIAL MOVEMENT OF THE WIND WHEEL, SUPPLIED WITH BLADE RESISTANCE SYSTEM, SKIPPING THE WIND FLOW**

The regularities of initial motion of the multiblade wind wheel assembled within an enclosure.

**Keywords:** wind, vane, wind wheel, speed, force resistance, moment.

УДК 678.06.5:539.3

**М.Т. Кейкиманова<sup>1</sup>, Д.С. Узбекова<sup>2</sup>, А. Кутгыбаев<sup>3</sup>, С. Ермаханова<sup>3</sup>**

*<sup>1</sup>Техн. ғылымдарының канд., доцент, <sup>2</sup>Оқытушы, <sup>3</sup>Студент  
М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан*

### **ОРТОТРОПТЫ МАТРИЦА МЕН ТАЛШЫҚТАРДАН ТҰРАТЫН ҚҰБЫРДЫҢ КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ МАТЕРИАЛЫНЫҢ СЕРПІМДІЛІК ҚАСИЕТТЕРІ**

Мақалада нығайту (армирлеу) коэффициенттері мен компоненттерінің механикалық қасиеттерінің нығайтылған материалдардан жасалған бөлшектеріндегі кернеудің таралуына әсерлері зерттелді.

**Түйін сөздер:** композициялық материал, кернеулі-деформацияланған күй, байланыстырушы және армирлеуші элемент, серпімді тұрақтылар, макроқұрылымдық деформация, изотропты, ортотропты және анизотропты орталар.

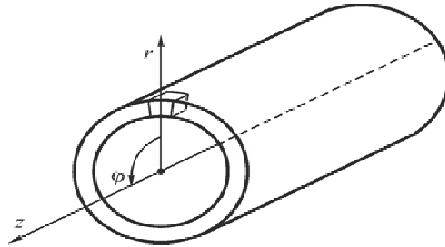
Композициялық материалдан жерасты құбырының кернеулі-деформацияланған күйін зерттеу барысында оның компоненттерінің қасиеттерін қарастыру қажет. Серпімді қасиеттерінің есебі құбыр материалының келтірілген серпімді тұрақтылары түрінде ұсынылуы мүмкін. Құрылымдық-біртексіз орталардың (композициялық материалдар) серпімді тұрақтыларын келтірудің математикалық әдістері, сонымен қатар мұндай материалдардың сипаттамаларын әртүрлі режимдерде эксплуатациялау жағдайында болжау А.Н. Власовтың жұмыстарында егжей-тегжейлі баяндалған [1]. Мұндай орташалаңдыру тәсілдері құрылымдық-біртексіз орталардың механикалық сипаттамаларын эксперименттік анықтау өте қымбат болғандықтан немесе қандай да бір себептердің әсерінен қиындық тудырған кезеңде орындалады. [2] жұмыста осы мақсат үшін байланыстырушы және армирлеуші материалдардың механикалық сипаттамаларымен, яғни нығайтудың (армирлеу) коэффициенттері мен геометриясымен материалдардың механикалық сипаттамаларының байланысы әдісі қолданылады. Нығайту коэффициенттері мен компоненттерінің механикалық қасиеттерінің нығайтылған материалдардан жасалған бөлшектеріндегі кернеудің таралуына әсерлері зерттелді. Байланыстырушы және нығайтушы элементтерінің материалы изотропты деп



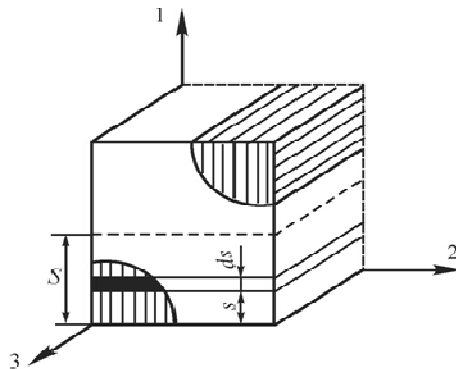
қабылданған. Барлық есептеулер жазық параметрде орындалған. Осы тәсіл алғаш рет [3] жұмыста пластилин элементтері үшін, [4, 5] жұмыста қатпарлы қабықшалар үшін әзірленді. [6] жұмыста армирленген элемент трансверсальдық-изотропты, ал байланысқан элемент изотроптық деп саналады.

Алайда, композициялық материалдан жасалған конструкциялардың кернеулік-деформацияланған күйін анықтау есебін кеңістіктік қойылымда шешу үшін әртүрлі бағыттардағы серпімділік тұрақтылары туралы деректер қажет.

Бұл мақалада, құбыр материалының серпімді тұрақтыларын құраушы компоненттерінің қасиеттерін ескере отырып анықтау міндеті қойылған. Есеп кеңістіктік қойылымда орындалған. Байланыстырушы және армирленген элементтер материалдары изотроптық деп қабылданған. Құбырды цилиндрлік координаталар жүйесінде қарастырамыз (1-сурет). Қайталанатын элементті бөліп, (2-сурет [7]) құбырдан шағын бөлігін қиып аламыз.



Сурет 1. Цилиндрлік координаталар жүйесіндегі құбыр



Сурет 2. Композиттің қайталанатын құрылымдық элементінің сызбасы

Қайталанатын элементтің  $dS$  қабаты үшін тепе-теңдік теңдеулерін жазамыз:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_{11}^* = \psi \sigma_{11}^a + (1 - \psi) \sigma_{11}^m; \quad \sigma_{22}^* = \sigma_{22}^a = \sigma_{22}^m; \\ \sigma_{33}^* = \psi \sigma_{33}^a + (1 - \psi) \sigma_{33}^m; \quad \sigma_{12}^* = \sigma_{12}^a = \sigma_{12}^m; \\ \sigma_{13}^* = \psi \sigma_{13}^a + (1 - \psi) \sigma_{13}^m; \quad \sigma_{23}^* = \sigma_{23}^a = \sigma_{23}^m. \end{array} \right. \quad (1)$$

Орташаланған деформациялау қабаты және композициялық компоненттерін күшейту, сондай-ақ байланысу макроқұрылымдық деформациясы арасындағы қатынас төмендегідей болып табылады:

$$\left\{ \begin{array}{l} \varepsilon_{11}^* = \varepsilon_{11}^a = \varepsilon_{11}^m; \quad \varepsilon_{22}^* = \psi \varepsilon_{22}^a + (1-\psi) \varepsilon_{22}^m; \\ \varepsilon_{33}^* = \varepsilon_{33}^a = \varepsilon_{33}^m; \quad \varepsilon_{12}^* = \psi \varepsilon_{12}^a + (1-\psi) \varepsilon_{12}^m; \\ \varepsilon_{13}^* = \varepsilon_{13}^a = \varepsilon_{13}^m; \quad \varepsilon_{23}^* = \psi \varepsilon_{23}^a + (1-\psi) \varepsilon_{23}^m. \end{array} \right. \quad (2)$$

(1) және (2) формулаларда  $\sigma^*$  және  $\varepsilon^*$  –  $\psi$  армирлеу коэффициентімен  $dS$  қабатының кернеуі мен деформациясының орташа мәні. Талшықтың гексагональды қаптамасы үшін армирлеу коэффициенті мынадай теңдеу бойынша өрнектеледі

$$\psi = \sqrt{\frac{4\mu}{\pi} - \left(\frac{S}{S}\right)^2}$$

мұндағы  $\mu$  - композиттегі талшықтың салыстырмалы құрамы.  $a$  және  $m$  индекстері армирлеуші талшық пен матрицаға сәйкес қатысты болады.

Армирлеуші және байланыстырушы материалдар үшін Гуктың жалпылама заңы мынадай түрде жазылады

$$\left\{ \begin{array}{l} \varepsilon_{11}^a = \frac{1}{E_1^a} \sigma_{11}^a - \frac{\nu_{12}^a}{E_2^a} \sigma_{22}^a - \frac{\nu_{13}^a}{E_3^a} \sigma_{33}^a; \\ \varepsilon_{22}^a = -\frac{\nu_{21}^a}{E_1^a} \sigma_{11}^a + \frac{1}{E_2^a} \sigma_{22}^a - \frac{\nu_{23}^a}{E_3^a} \sigma_{33}^a; \\ \varepsilon_{33}^a = -\frac{\nu_{31}^a}{E_1^a} \sigma_{11}^a - \frac{\nu_{32}^a}{E_2^a} \sigma_{22}^a + \frac{1}{E_3^a} \sigma_{33}^a; \\ \varepsilon_{23}^a = \frac{1}{G_{23}^a} \sigma_{23}^a; \\ \varepsilon_{13}^a = \frac{1}{G_{13}^a} \sigma_{13}^a; \\ \varepsilon_{12}^a = \frac{1}{G_{12}^a} \sigma_{12}^a; \\ \varepsilon_{11}^m = \frac{1}{E_1^m} \sigma_{11}^m - \frac{\nu_{12}^m}{E_2^m} \sigma_{22}^m - \frac{\nu_{13}^m}{E_3^m} \sigma_{33}^m; \\ \varepsilon_{22}^m = -\frac{\nu_{21}^m}{E_1^m} \sigma_{11}^m + \frac{1}{E_2^m} \sigma_{22}^m - \frac{\nu_{23}^m}{E_3^m} \sigma_{33}^m; \\ \varepsilon_{33}^m = -\frac{\nu_{31}^m}{E_1^m} \sigma_{11}^m - \frac{\nu_{32}^m}{E_2^m} \sigma_{22}^m + \frac{1}{E_3^m} \sigma_{33}^m; \\ \varepsilon_{23}^m = \frac{1}{G_{23}^m} \sigma_{23}^m; \\ \varepsilon_{13}^m = \frac{1}{G_{13}^m} \sigma_{13}^m; \\ \varepsilon_{12}^m = \frac{1}{G_{12}^m} \sigma_{12}^m. \end{array} \right. \quad (3)$$

Орташаландырылған кернеу мен орташаландырылған деформациялар арасындағы қатынасты қорытып шығарамыз. Ол үшін (1) және (2) өрнектерден макроқұрылымдық компоненттерді алып тастаймыз.

Есептеулер нәтижесінде сызықтық деформациялар үшін алатынымыз:

$$\begin{cases} \varepsilon_{11}^* = A_{11}\sigma_{11}^* + A_{12}\sigma_{22}^* + A_{13}\sigma_{33}^*; \\ \varepsilon_{22}^* = A_{21}\sigma_{11}^* + A_{22}\sigma_{22}^* + A_{23}\sigma_{33}^*; \\ \varepsilon_{33}^* = A_{31}\sigma_{11}^* + A_{32}\sigma_{22}^* + A_{33}\sigma_{33}^*, \end{cases} \quad (4)$$

мұндағы  $A_{ij}$  коэффициенттері

$$A_{11} = \frac{a_{11}}{\Lambda}, \quad A_{12} = \frac{a_{12}}{\Lambda}, \quad A_{13} = \frac{a_{13}}{\Lambda}, \quad A_{21} = \frac{a_{21}}{\Lambda}, \quad A_{22} = \frac{a_{22}}{\Lambda}; \quad (5)$$

$$A_{23} = \frac{a_{23}}{\Lambda}, \quad A_{31} = \frac{a_{31}}{\Lambda}, \quad A_{32} = \frac{a_{32}}{\Lambda}, \quad A_{33} = \frac{a_{33}}{\Lambda};$$

$$\begin{aligned} \Lambda = & E_2^a E_2^m (\psi^2 (E_1^a E_3^m (v_{31}^m v_{13}^a - 1) + E_1^m E_3^m (1 - v_{31}^a v_{13}^a) + E_1^a E_3^a (1 - v_{31}^m v_{13}^m)) + \\ & + E_1^m E_3^a (v_{31}^a v_{13}^m - 1)) + \psi (2E_1^m E_3^m (v_{31}^a v_{13}^a - 1) + E_1^m E_3^a (1 - v_{31}^a v_{13}^m) + \\ & + E_1^a E_3^m (1 - v_{31}^m v_{13}^a)) + E_1^m E_3^m (1 - v_{31}^a v_{13}^a); \end{aligned}$$

$$a_{11} = \psi E_2^m E_2^a (E_3^m (v_{31}^a v_{13}^a - 1) - E_3^a (v_{31}^m v_{13}^m - 1)) + E_2^m E_2^a E_3^m (1 - v_{31}^a v_{13}^a);$$

$$\begin{aligned} a_{12} = & \psi^2 ((E_3^a E_1^m v_{13}^m (-v_{32}^a - v_{12}^a v_{31}^a) + E_3^m (v_{12}^a + v_{13}^a v_{32}^a) + E_3^a v_{12}^a (v_{13}^m v_{31}^m - 1)) E_2^m + \\ & - E_3^m E_2^a E_1^a v_{13}^a (v_{32}^m + v_{12}^m v_{31}^m) + (E_3^a (v_{12}^m + v_{32}^m v_{13}^m) + E_3^m v_{12}^m (v_{13}^a v_{31}^a - 1)) E_1^m E_2^a + \\ & + ((E_1^a v_{13}^a (v_{32}^m + v_{12}^m v_{31}^m) + 2E_1^m v_{12}^m (1 - v_{13}^a v_{31}^a)) E_3^m - E_1^m E_3^a (v_{12}^m + v_{32}^m v_{13}^m)) E_2^a - \\ & - E_3^m E_2^m E_1^a (v_{12}^a + v_{13}^a v_{32}^a) + E_1^m E_2^m E_3^a v_{13}^m (v_{12}^a v_{31}^a + v_{32}^a)) \psi + E_1^m E_3^m E_2^a v_{12}^m (v_{31}^a v_{13}^a - 1); \end{aligned}$$

$$a_{13} = \psi E_2^a E_2^m (E_1^a v_{13}^a (v_{31}^m v_{13}^m - 1) + E_1^m v_{13}^m (1 - v_{31}^a v_{13}^a)) + E_2^a E_2^m E_1^m v_{13}^m (v_{31}^a v_{13}^a - 1);$$

$$\begin{aligned} a_{21} = & \psi^2 ((E_3^a E_1^m v_{13}^m (-v_{32}^a - v_{12}^a v_{31}^a) + E_3^m (v_{12}^a + v_{13}^a v_{32}^a) + E_3^a v_{12}^a (v_{13}^m v_{31}^m - 1)) E_2^m + \\ & - E_3^m E_2^a E_1^a v_{13}^a (v_{32}^m + v_{12}^m v_{31}^m) + (E_3^a (v_{12}^m + v_{32}^m v_{13}^m) + E_3^m v_{12}^m (v_{13}^a v_{31}^a - 1)) E_1^m E_2^a + \\ & + ((E_1^a v_{13}^a (v_{32}^m + v_{12}^m v_{31}^m) + 2E_1^m v_{12}^m (1 - v_{13}^a v_{31}^a)) E_3^m - E_1^m E_3^a (v_{12}^m + v_{32}^m v_{13}^m)) E_2^a - \\ & - E_3^m E_2^m E_1^a (v_{12}^a + v_{13}^a v_{32}^a) + E_1^m E_2^m E_3^a v_{13}^m (v_{12}^a v_{31}^a + v_{32}^a)) \psi + E_1^m E_3^m E_2^a v_{12}^m (v_{31}^a v_{13}^a - 1); \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
a_{22} = & \left\{ E_2^a \left( E_1^a E_3^m \left( 2v_{31}^m v_{13}^a + v_{23}^a v_{32}^m + 2v_{21}^m v_{12}^m + v_{23}^a v_{31}^m v_{12}^m - 2 + 2v_{21}^m v_{13}^a v_{32}^m \right) + \right. \\
& + \left( E_1^m E_3^a \left( v_{21}^a v_{12}^m + 2v_{23}^a v_{31}^a v_{12}^m + 2v_{23}^m v_{32}^m + v_{21}^a v_{13}^m v_{32}^m - 2 + 2v_{31}^a v_{13}^m \right) + \right. \\
& + \left( E_1^a E_3^a \left( -v_{23}^m v_{32}^m - v_{23}^a v_{31}^m v_{12}^m - v_{31}^m v_{13}^m + 1 - v_{21}^m v_{13}^m v_{32}^m - v_{21}^m v_{12}^m \right) + \right. \\
& + \left. \left( 2E_3^m E_1^m \left( v_{23}^a v_{31}^a - v_{21}^a v_{12}^m - v_{23}^a v_{32}^m \right) \right) + E_2^m \left( E_1^m E_3^a \left( -v_{31}^m v_{13}^a - 2v_{23}^m v_{31}^a v_{12}^m + \right. \right. \\
& + \left. \left. 1 - 2v_{23}^m v_{32}^a - v_{21}^a v_{13}^m v_{32}^a - v_{21}^a v_{12}^a \right) + \left( E_3^m E_1^m \left( 2v_{21}^a v_{12}^a + 2v_{23}^a v_{31}^a v_{12}^a + \right. \right. \\
& + \left. \left. 2v_{21}^a v_{13}^a v_{32}^a + 2v_{31}^a v_{13}^a - 2 + 2v_{23}^a v_{32}^a \right) + \left( E_1^a E_3^m \left( -2v_{21}^m v_{12}^a + 1 - v_{23}^a v_{31}^m v_{12}^a - \right. \right. \\
& - \left. \left. 2v_{21}^m v_{13}^a v_{32}^a - v_{31}^m v_{13}^a - v_{23}^a v_{32}^a \right) + \left( E_1^a E_3^a \left( v_{21}^m v_{12}^a + v_{21}^m v_{13}^m v_{32}^a + v_{23}^m v_{31}^m v_{12}^a + \right. \right. \\
& + \left. \left. v_{23}^m v_{32}^a \right) \right) - 3E_2^a E_1^m E_3^m \left( v_{31}^a v_{13}^a + 1 \right) \left. \right\} \psi^2 + \left\{ E_2^m E_1^m E_3^m \left( 1 - v_{21}^a v_{12}^a - v_{21}^a v_{13}^a v_{32}^a - \right. \right. \\
& - \left. \left. v_{31}^a v_{13}^a - v_{23}^a v_{32}^a - v_{23}^a v_{31}^a v_{12}^a \right) + E_1^a E_2^m E_3^m \left( v_{21}^m v_{12}^a + v_{23}^m v_{32}^a + v_{23}^m v_{31}^a v_{12}^a + \right. \right. \\
& + \left. \left. v_{21}^m v_{13}^a v_{32}^a \right) + E_2^a E_1^a E_3^m \left( -v_{31}^m v_{13}^a + 1 - v_{21}^m v_{13}^a v_{32}^m - v_{21}^m v_{12}^m \right) + E_2^a E_1^m E_3^m \left( 3v_{31}^a v_{13}^a - \right. \\
& - \left. 3 + v_{23}^a v_{31}^a v_{12}^m + v_{23}^a v_{32}^m + v_{21}^a v_{13}^a v_{32}^m + v_{21}^a v_{12}^m \right) + E_1^m E_2^a E_3^a \left( -v_{23}^m v_{31}^a v_{12}^m + 1 - \right. \\
& \left. - v_{23}^m v_{32}^m - v_{33}^a v_{13}^m \right) \left. \right\} \psi + E_2^a E_1^m E_3^m \left( 1 - v_{31}^a v_{13}^a \right); \\
a_{23} = & \psi^2 \left( E_2^a E_1^m E_2^m \left( v_{21}^a v_{13}^a - v_{21}^a v_{13}^m + v_{23}^a - v_{23}^m - v_{23}^a v_{31}^a v_{13}^m + v_{23}^m v_{31}^a v_{13}^a \right) + \right. \\
& + E_1^a E_2^a E_2^m \left( v_{23}^m - v_{21}^m v_{13}^a + v_{23}^m + v_{23}^a v_{31}^m v_{13}^m - v_{23}^m v_{31}^m v_{13}^a + v_{21}^m v_{13}^m \right) + \\
& + \psi \left( E_1^a E_2^a E_2^m \left( -v_{21}^m v_{13}^m + v_{21}^m v_{13}^a + v_{23}^m v_{13}^a - v_{23}^m \right) + E_2^a E_1^m E_2^m \left( v_{23}^a v_{31}^a v_{13}^m + v_{23}^a + v_{21}^a v_{12}^m - \right. \right. \\
& \left. \left. - 2v_{23}^m v_{31}^a v_{13}^a - v_{21}^a v_{13}^a \right) + E_2^a E_1^m E_2^m v_{23}^m \left( v_{31}^a v_{13}^a - 1 \right) \right); \\
a_{31} = & \psi E_2^a E_2^m \left( E_1^a v_{13}^a \left( v_{31}^m v_{13}^m - 1 \right) + E_1^m v_{13}^m \left( 1 - v_{31}^a v_{13}^a \right) \right) + E_2^a E_2^m E_1^m v_{13}^m \left( v_{31}^a v_{13}^a - 1 \right); \\
a_{32} = & \psi^2 \left( E_2^a E_1^m E_2^m \left( v_{21}^a v_{13}^a - v_{21}^a v_{13}^m + v_{23}^a - v_{23}^m - v_{23}^a v_{31}^a v_{13}^m + v_{23}^m v_{31}^a v_{13}^a \right) + \right. \\
& + E_1^a E_2^a E_2^m \left( v_{23}^m - v_{21}^m v_{13}^a + v_{23}^m + v_{23}^a v_{31}^m v_{13}^m - v_{23}^m v_{31}^m v_{13}^a + v_{21}^m v_{13}^m \right) + \\
& + \psi \left( E_1^a E_2^a E_2^m \left( -v_{21}^m v_{13}^m + v_{21}^m v_{13}^a + v_{23}^m v_{13}^a - v_{23}^m \right) + E_2^a E_1^m E_2^m \left( v_{23}^a v_{31}^a v_{13}^m + v_{23}^a + v_{21}^a v_{12}^m - \right. \right. \\
& \left. \left. - 2v_{23}^m v_{31}^a v_{13}^a - v_{21}^a v_{13}^a \right) + E_2^a E_1^m E_2^m v_{23}^m \left( v_{31}^a v_{13}^a - 1 \right) \right); \\
a_{33} = & \psi^2 E_2^a E_2^m \left( E_1^m \left( 1 - v_{13}^a v_{31}^a \right) - E_1^a \left( v_{13}^m v_{31}^m - 1 \right) \right) + \psi E_1^m E_2^a E_2^m \left( v_{13}^a v_{31}^a - 1 \right).
\end{aligned}$$

Коэффициенттер тендіктерінің төмендегідей екендігін байқау қиын емес:

$$a_{12} = a_{21}, a_{23} = a_{32}, a_{13} = a_{31}. \quad (6)$$

Алынған есептеулерден келесі қорытындыны жасауға болады: ортотропты матрицалар мен арматуралардан құралған армирленген қабаттың орташаланған деформациясы мен кернеуі ортотропты материалдар үшін Гук заңына бағынады.

Ығысу деформациясы мен жанама кернеулер үшін байланыс теңдеуінің түрі мынадай болады

$$\begin{cases} \varepsilon_{12}^* = D_{12} \sigma_{12}^* = \left( \frac{\psi}{G_{12}^a} + \frac{1-\psi}{G_{12}^m} \right) \sigma_{12}^* ; \\ \varepsilon_{13}^* = D_{13} \sigma_{13}^* = \frac{1}{(1-\psi)G_{13}^m + \psi G_{13}^a} \sigma_{13}^* ; \\ \varepsilon_{23}^* = D_{23} \sigma_{23}^* = \left( \frac{\psi}{G_{23}^a} + \frac{1-\psi}{G_{23}^m} \right) \sigma_{23}^* . \end{cases} \quad (7)$$

Барлық құрылымдық элемент үшін тепе-теңдік теңдеуі (7) өрнекпен өрнектеледі.

$$\sigma_{i3} = \sigma_{i3}^* ; \varepsilon_{i3} = \frac{1}{S} \int_0^S \varepsilon_{i3}^* ds ; i = 1, 2, 3 ; \quad (8)$$

$$\sigma_{ij} = \frac{1}{S} \int_0^S \sigma_{ij}^* ds ; \varepsilon_{ij} = \varepsilon_{ij}^* ; i = 1, 2 . \quad (9)$$

(8) және (9) ескере отырып деформация мен кернеу арасындағы байланысты анықтаймыз

$$\begin{cases} \varepsilon_{11} = \bar{A}_{11} \sigma_{11} + \bar{A}_{12} \sigma_{22} + \bar{A}_{13} \sigma_{33} ; \\ \varepsilon_{22} = \bar{A}_{21} \sigma_{11} + \bar{A}_{22} \sigma_{22} + \bar{A}_{23} \sigma_{33} ; \\ \varepsilon_{33} = \bar{A}_{31} \sigma_{11} + \bar{A}_{32} \sigma_{22} + \bar{A}_{33} \sigma_{33} ; \\ \varepsilon_{12} = \bar{D}_{12} \sigma_{12} ; \\ \varepsilon_{13} = \bar{D}_{13} \sigma_{13} ; \\ \varepsilon_{23} = \bar{D}_{23} \sigma_{23} . \end{cases} \quad (10)$$

$$\text{Мұнда } \bar{A}_{ij} = \frac{1}{S} \int_0^S A_{ij} ds , \bar{D}_{ij} = \frac{1}{S} \int_0^S D_{ij} ds .$$

(10) теңдеулер жүйесін кернеуге қатысты шеше отырып, алатынымыз

$$\begin{cases} \sigma_{11} = \bar{E}_{11} \varepsilon_{11} + \bar{E}_{12} \varepsilon_{22} + \bar{E}_{13} \varepsilon_{33} ; \\ \sigma_{22} = \bar{E}_{21} \varepsilon_{11} + \bar{E}_{22} \varepsilon_{22} + \bar{E}_{23} \varepsilon_{33} ; \\ \sigma_{33} = \bar{E}_{31} \varepsilon_{11} + \bar{E}_{32} \varepsilon_{22} + \bar{E}_{33} \varepsilon_{33} ; \\ \sigma_{12} = \bar{G}_{12} \varepsilon_{12} ; \\ \sigma_{13} = \bar{G}_{13} \varepsilon_{13} ; \\ \sigma_{23} = \bar{G}_{23} \varepsilon_{23} . \end{cases} \quad (11)$$

1-ші және 2-суреттерде  $\varphi$  мен 2 бағыттары қарама-қарсы, бұл жағдайда

$$\sigma_{12} = -\bar{G}_{12} \varepsilon_{12} , \quad \sigma_{23} = -\bar{G}_{23} \varepsilon_{23} .$$

Осылайша, (4) және (7) теңдеулер жүйесінің тұрақтыларын анықтау үшін алынған өрнекті пайдаланып, талшық пен байланыстырушының қасиеттерін ескере отырып құрылымдық элементтің қасиеттерін анықтауға болады, ал (8) және (9) формулалар бойынша бүтін құбырдың толық материалдары үшін орташалауды жүргізуге болады.

Композиттің серпімді тұрақтыларын біз алған және [2] жұмыста В.В.Болотин ұсынған формулалар бойынша есептейміз. [2] жұмыста композиттің армиленген және байланыстырылған элементтері изотропты деп қабылданған және есеп жазық қойылымда орындалған, дегенмен [2] жұмыс композиттің серпімді модульдерін анықтау үшін формулалар бар болғандықтан салыстыруға жарамды, мәселен  $E'$  – армиленген элементтің серпімділік модулі,  $E''$  – байланысқан элементтің серпімділік модулі,  $\nu'$  – армиленген элемент үшін Пуассон коэффициенті,  $\nu''$  – байланысқан элементтің Пуассон коэффициенті.

$$E_1 = \psi E' + (1 - \psi) E''; \quad (12)$$

$$E_2 = \frac{1}{\frac{\psi(1 - \nu'^2)}{E'} + \frac{(1 - \psi)(1 - \nu''^2)}{E''} + \frac{\nu_{21}^2}{E_1}};$$

$$\nu_{21} = \psi \nu' + (1 - \psi) \nu'';$$

$$A_{11} = 1/E_1, \quad A_{12} = -\frac{\nu_{21}}{E_1}, \quad A_{21} = A_{12}, \quad A_{22} = 1/E_2$$

Біздің алған моделіміз тек ортотропты талшықтар мен байланысқан композиттің серпімді қасиеттерін қарастырып қана қоймайды, сонымен қатар изотропты талшықтармен байланысқан, трансверсалдық-изотропты матрицалармен байланысқан және талшық пен матрицалардың қасиеттеріне сәйкес композиттердің серпімді қасиеттерін қарастырады. Осылайша, В.В.Болотиннің шешкен мәселесі біздің есебіміздің дербес жағдайы ғана болып табылады.

Талшықтың серпімді тұрақтылары  $E' = E_1^a = 0,7 \cdot 10^{11}$  Па,  $\nu' = \delta_{ij} \nu_{ij}^a = 0,2$ , байланыстырушының серпімді тұрақтылары  $E'' = E_1^m = 0,315 \cdot 10^9$  Па,  $\nu'' = \delta_{ij} \nu_{ij}^m = 0,382$  [8],  $\delta_{ij}$  –Кронекер белгісі.

Есептеулер нәтижесінде кестеде көрсетілген келесі шамалар алынды.

Коэффициенттер $A_{ij}$	(5) формула бойынша есептеу	В.В. Болотиннің (2) формуласы бойынша есептеулер	Айырмашылығы, %
$A_{11}$	1,6348	1,64	0,32
$A_{12}$	-0,419497	-0,39832	5
$A_{21}$	-0,419497	-0,39832	5
$A_{22}$	1,66078	1,73972	4,75

Көріп отырғанымыздай, нәтижелерін салыстырғандағы айырмашылық 5% аспайды. Бұл айырмашылық (11) формулаға үшінші (2-суретті қараңыз) бағыттағы серпімді тұрақтылардың кірмегендігімен түсіндіріледі.

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Власов, А.Н. Усреднение механических свойств структурно-неоднородных сред [Текст] / А.Н. Власов // Механика композиционных материалов и конструкций. – 2004. – Т. 10, № 3. – С. 424-442.
2. Болотин, В.В. Плоская задача теории упругости для деталей из армированных материалов [Текст] / В.В. Болотин // Расчеты на прочность: сб. – М.: Машиностроение, 1966. – Вып. 12. – С. 3-31.
3. Лехницкий, С.Г. Анизотропные пластинки [Текст] / С.Г. Лехницкий. – М.: Гостехиздат, 1957. – 300 с.
4. Амбарцумян, С.А. Теория анизотропных пластин: прочность, устойчивость и колебания [Текст] / С.А. Амбарцумян. – М.: Наука, 1987. – 360 с.
5. Скудра, А.М. Прочность армированных пластиков [Текст] / А.М.Скудра, Ф.Я. Булавс. – М., 1982. – 213 с.
6. Рикардс, Р.Б. Упругие свойства композита с анизотропными волокнами [Текст] / Р.Б. Рикардс, А.К. Чате // Механика материалов. – 1980. – №1. – С. 22-29.
7. Максимов, Р.Д. Ползучесть однонаправленно армированных полимерных материалов [Текст] / Р.Д. Максимов, Э.З. Плуме // Механика композитных материалов. – 1984. – № 2. – С. 215-223.
8. Ашкенази, Е.К. Анизотропия конструкционных материалов [Текст] / Е.К. Ашкенази, Э.В. Ганов. – Л.: Машиностроение, 1972. – 122 с.

*Материал поступил в редакцию 28.09.16.*

**М.Т. Кейкиманова, Д.С. Узбекова, А. Куттыбаев, С. Ермаханова**

*Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан*

**УПРУГИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА  
ТРУБЫ С ОРТОТРОПНЫМИ ВОЛОКНАМИ И МАТРИЦЕЙ**

Исследовано влияние механических свойств компонентов и коэффициентов армирования на распределение напряжений в деталях из армирующих материалов.

**Ключевые слова:** композиционный материал, напряженно-деформированные состояния, армирующие и связующие элементы, деформация макроструктуры, изотропные, ортотропные и анизотропные среды.

**M.T. Keikimanova, D.S. Uzbekova, A. Kutybaev, S. Ermahanova**

*Taraz State University named after M.Kh.Dulati. Taraz, Kazakhstan*

**ELASTIC PROPERTIES OF COMPOSITE PIPE MATERIAL  
WITH ORTHOTROPIC FIBERS AND MATRIX**

This paper investigates the influence of mechanical properties of the components and ratios of reinforcement on the stress distribution in the parts of reinforcing material.

**Keywords:** composite material, the stress-strain states, reinforcing and coupling elements, deformation of the macrostructure, isotropic, orthotropic and anisotropic media.

УДК 621.791.927.55

К.И. Ильясов<sup>1</sup>, А.Б. Сарсембаева<sup>2</sup><sup>1</sup>Канд. с.-х. наук, доцент, <sup>2</sup>Магистр с.-х. наук  
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан**ОБОСНОВАНИЕ ФОРМЫ И РАЗМЕРОВ ПЛАЗМЕННОЙ ГОРЕЛКИ**

Обоснованы и определены форма и размеры плазменной горелки, обеспечивающей качественную наплавку поверхностей цилиндрической части и галтелей шеек коленчатых валов двигателей внутреннего сгорания.

**Ключевые слова:** плазменная горелка, шейки коленчатого вала, цилиндрические поверхности шеек, наплавка, галтели, форма, размеры.

Плазменная горелка для наплавки шеек коленчатого вала должна иметь определенную форму и размеры. Это связано с тем, что горелка при наплавке галтелей должна вписываться в размеры шейки, не касаясь щеки вала. Кроме того, необходимо учитывать траекторию движения горелки, которая во время наплавки средней части шейки должна перемещаться вдоль поверхности шейки, а при приближении к щеке поворачиваться, не касаясь ее, и наплавлять поверхность галтели. При этом следует поддерживать расстояние от сопла горелки до наплавляемой поверхности относительно постоянным.

Изучением существующих конструкций горелок было установлено, что наибольшую возможность применения их для наплавки шеек коленчатых валов имеют горелки конструкции ВСХИЗО. Принципиальным отличием этих горелок от других плазменных горелок с подачей порошка в зону дуги является использование газа, транспортирующего порошок, одновременно для защиты сварочной ванны. Эта важная конструктивная особенность позволяет сократить общий расход газа на 50...60%, уменьшить габариты горелок и улучшить защиту сварочной ванны [1]. Однако размеры существующих горелок этой конструкции сравнительно большие и не могут быть использованы для наплавки шеек коленчатого вала. В результате измерений было установлено, что ширина нижней части горелки конструкции ВСХИЗО должна составлять не менее 15...16 мм.

На рисунке 1 представлена схема расположения горелки между щеками коленчатого вала во время наплавки галтели. При этом для полной заправки галтели необходимо, чтобы точка М, находящаяся в зоне пересечения оси горелки с поверхностью галтели, располагалась на высоте 5 мм от поверхности цилиндрической части шейки. Во избежание прикасания горелки с деталью расстояние между поверхностью щеки и крайними точками (В и N) горелки должно быть не менее 1,5...2 мм. Поворот горелки в процессе наплавки галтели происходит вокруг точки О.

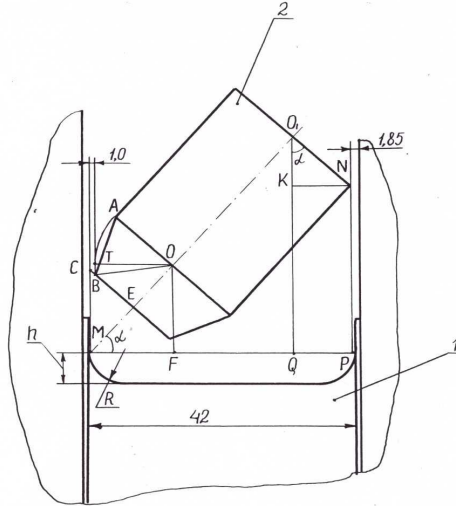
Согласно схеме угол наклона оси горелки  $\angle \alpha$  определяется следующим образом. Из  $\triangle MCE$ :

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{ME}{ES} = \frac{H}{\frac{b}{2} + \frac{c}{\sin \alpha}} \quad (1)$$

где:  $H$  – расстояние от нижнего торца горелки до наплавляемой поверхности; по литературным данным  $H = 10$  мм;  $b$  – ширина нижней части



горелки; по результатам замеров принято  $b = 16 \text{ мм}$ ;  $c$  – расстояние от крайней точки ( $B$ ) горелки до вертикальной плоскости проходящей через точку  $M$ ; в данном случае принято  $c = 1 \text{ мм}$  и соблюдено условие избежания касания крайней точки  $B$  и поверхности щек.



1 – шейка коленчатого вала; 2 – горелка

Рис. 1. Схема для определения размеров горелки

После подстановки численных значений:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{10}{8 + \frac{1}{\sin \alpha}}$$

После преобразования данного выражения получено следующее уравнение:

$$164 \sin^2 \alpha + 16 \sin \alpha - 99 = 0 \quad (2)$$

Из этого уравнения находим  $\angle \alpha = 47^\circ$ .

Расстояние от наплавляемой поверхности до центра оси вращения горелки  $OM$  определяем из условия обеспечения равного расстояния до наплавляемой поверхности при наплавке цилиндрической части шеек и крайнего валика галтели (положение горелки на рис. 1).

Это условие соблюдается следующим равенством:

$$OM = \frac{OM - h}{\sin \alpha} \quad (3)$$

где  $h$  – высота расположения точки  $M$ ,  $h = 5 \text{ мм}$ .

После подстановки численных значений находим  $OM$ :

$$OM = \frac{5}{1 - \sin 47^\circ} = 18,55 \text{ мм}$$

Ширина горелки  $AL$  определяется из условия избежания касания боковой поверхности горелки с поверхностью щеки в момент максимального их приближения и поворота горелки вокруг точки  $O$ :

$$AL + 2 \cdot OT = 2(MF - 1) = 2(OM \cdot \cos \alpha - 1) = 23,2 \text{ мм}$$

Высота горелки ограничивается плоскостью щеки и определяется из  $\Delta MO_1Q$  следующим образом:

$$EO_1 = \frac{MQ}{\cos \alpha} - ME \quad (4)$$

Значение  $MQ$  определяется по зависимости:

$$MQ = MP - QP = MP - \frac{AL}{2} \cdot \sin \alpha \quad (5)$$

Подставив в полученные выше выражения численные значения, находим  $EO_1$ :

$$EO_1 = \frac{MP - \frac{AL}{2} \cdot \sin \alpha}{\cos \alpha} - ME = \frac{40,3 - 11,6 \cdot 0,73}{0,68} - 10 = 36,8 \text{ мм}$$

В результате вышеприведенных расчетов определены форма и размеры поперечного сечения горелки (рис. 2).

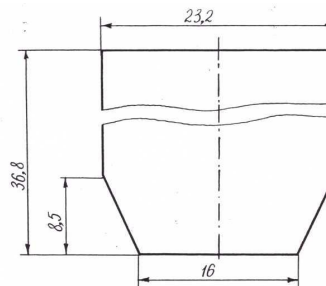


Рис. 2. Форма и размеры поперечного сечения плазменной горелки

Размеры горелки в перпендикулярном к шейке направлении не ограничиваются размерами шейки коленчатого вала.

Результатами исследований [2] были установлены оптимальный наклон осей каналов подвода защитного газа и диаметра окружности, на которой располагаются оси отверстий, обеспечивающие наиболее хорошее качество защиты. При выполнении каналов для охлаждающей воды ставилась цель наилучшего охлаждения участков горелки, подвергающихся наибольшему тепловому воздействию плазменной дугой. Это обеспечивалось за счет увеличения поверхности охлаждения и уменьшения сопротивления прохождению охлаждающей воды в анодной части горелки. Общий вид разработанной малогабаритной плазменной горелки для наплавки шеек коленчатых валов показан на рисунке 3.

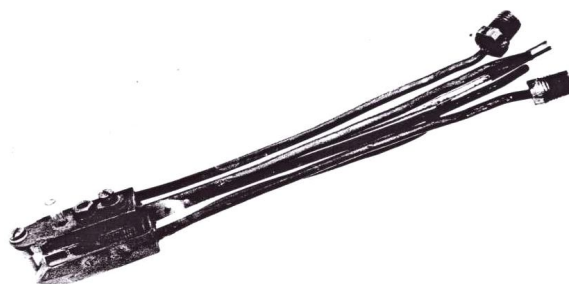


Рис. 3. Малогабаритная плазменная горелка для наплавки шеек коленчатого вала

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сидоров, А.И. Изменение конструкции анода плазменной горелки для повышения эффективности процесса наплавки (снижение расхода газа) [Текст] / А.И. Сидоров // Сварочное производство. – 1978. – №6. – С.17-18.
2. Ильясов, К.И. Результаты исследований по обоснованию конструкции плазматрона для наплавки шеек коленчатых валов [Текст] / К.И.Ильясов // Сборник научных трудов молодых ученых и специалистов ЖГМСИ. – Вып.1. – Тараз, 1997.

*Материал поступил в редакцию 17.05.16.*

**К.И. Ильясов, А.Б. Сарсембаева**

*М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., ҚР*

#### ПЛАЗМАЛЫҚ ОТТЫҚТЫҢ ПІШІНІ МЕН ӨЛШЕМДЕРІН НЕГІЗДЕУ

Іштен жанатын қозғалтқыштардың иінді біліктерінің мойыншаларының цилиндрлік бөлімі мен галтельдерінің беттеріне сапалы балқытып құюды мүмкін ететін плазмалық оттықтың пішіні мен өлшемдері негізделіп анықталды.

**Түйін сөздер:** плазмалық оттық, иінді біліктің мойыншалары, мойыншаларының цилиндр беттері, галтельдер, пішіні, өлшемдері.

**K.I. Ilyasov, A.B. Sarsembayeva**

*Taraz State University named after M.Kh.Dulati, Taraz, Kazakhstan*

#### JUSTIFICATION OF SHAPES AND SIZES OF PLASMA TORCH

The shape and size of the plasma torch, providing high-quality fusing of surfaces of the cylindrical portion and the fillet crankshaft journals of internal combustion engines are substantiated and defined.

**Keywords:** plasma torch, crankshaft, cylinder surface necks, welding, fillet, shape, size.

УДК 625.3.054.12

О.А. Тлеуов<sup>1</sup>, Л.Х. Юсупова<sup>2</sup><sup>1</sup>Канд. техн. наук, доцент, <sup>2</sup>Магистр, преподаватель  
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ МАТЕРИАЛОВ

Приведены результаты экспериментальных исследований по определению разрушающего контактного напряжения и условного модуля резания резиновых материалов.

**Ключевые слова:** статические испытания, контактное напряжение, коэффициент относительного сжатия, условный модуль резания и разрушающее контактное напряжение.

**1. Экспериментальное определение разрушающего контактного напряжения и условного модуля резания.** Целью эксперимента является: определение разрушающего контактного напряжения  $\sigma_p$  и условного модуля резания  $E_p$  при резании материала.

Для реализации поставленной цели, решены следующие задачи:

- а) определены зависимости усилия резания от перемещения ножа;
- б) определены разрушающие контактные напряжения и условный модуль резания.

**1.1. Методика эксперимента.** Эксперимент проведен на установке «Машина универсальная для испытания материалов 1253У-2-4» по ГОСТ 7855-74, предназначенной для статических испытаний на растяжения, сжатия, изгиб, малоцикловую усталость, а также кратковременную ползучесть образцов из металлических и неметаллических материалов широком диапазоне нагрузок и скоростей деформирования [1].

По условиям эксплуатации машина соответствует исполнению категории 4.2 ГОСТ 15150-69. Машина укомплектована: а) самопишущим прибором для записи результатов испытания в координатах: «Нагрузка-перемещение активного захвата», «Нагрузка-деформация», «Нагрузка-время» или «Деформация-время»; б) тензосметром с базой 25 и 50 мм, использована база 25 мм; в) приспособлением для сжатия.

Для исследований были взяты следующие материалы: резина непористая толщиной  $h = 6,7$  мм, резина микропористая трех видов (черная, бежевая и коричневая) толщиной соответственно  $h = 8,4$  мм,  $7,5$  мм и  $9,2$  мм. Эти материалы были вырезаны размером  $30 \times 80$  мм в количестве 15 шт каждого образца.

Все образцы в течение всего эксперимента хранились в целлофановом пакете для того, чтобы начальные параметры не изменялись. Опыты проводились при скорости 30 мм/мин при величине притупления лезвия ножа  $\rho = 0,0673 \div 0,2365$  мм. Для каждого материала при одной величине притупления лезвия ножа производилось по пять опытов, после чего подсчитывалось среднее значение и в дальнейшем расчет проводился для этого значения.

Разрушающее контактное напряжение определялось по следующей формуле:

$$\sigma_p = \frac{P_{KP1} - P_{KP2}}{(\rho_1 - \rho_2) \cdot \Delta l}, \quad (1)$$

где:  $P_{KP1}, P_{KP2}$  – усилие разрезания материала соответственно 1-м и 2-м ножом, Н;  $\rho_1$  и  $\rho_2$  – величина притупления лезвия ножа, м;  $l$  – длина лезвия ножа, м.

Условный модуль резания определялось по формуле:

$$E_p = \frac{\sigma_p}{\varepsilon}, \quad (2)$$

где:  $\varepsilon$  – относительная деформация материала, определяемая по формуле:

$$\varepsilon = \frac{z}{h},$$

где:  $z$  – перемещение ножа, м;  $h$  – первоначальная толщина прорезаемого материала, м.

**1.2 Описание экспериментальной установки.** Для определения усилий разрушения были использованы: модель процесса резания клиновым ножом (рис. 1). Модель процесса резания была разработана на базе установки «Машина универсальная для испытания материалов I253У-2-4» и включает следующие части: клеммы разрывной машины А, реверс I, металлическая пластина 2, державка для экспериментального ножа 4, электрический контакт 5 для фиксации момента прорезания материала, индикатор часового типа 6 для измерения величины сжатия материала 7.

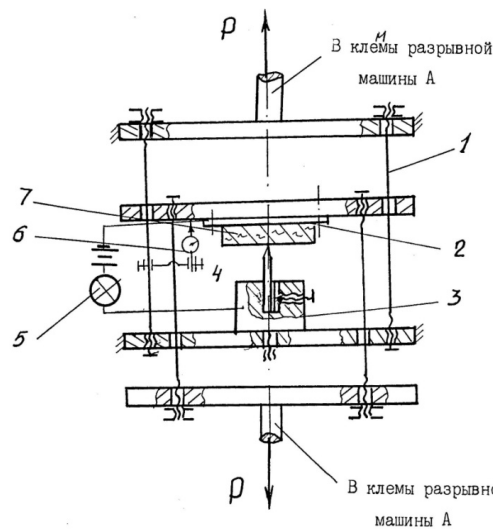


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

Процесс резания ножом определялось в зависимости от усилия разрезания от величины сжатия материала. При этом материал лицевой стороной устанавливали на лезвия, обладающие большой прочностью. В этом случае следует ожидать возникновения максимального разрушающего усилия [2].

Усилия разрушения определяли следующим образом: на нижнем основании реверса устанавливалась державка с закрепленным на ней лезвием ножа длиной  $\Delta l = 10$  мм, к верху основания реверса крепилась металлическая пластина с изоляцией. Между пластиной и лезвием ножа располагали образцы материала, ширина которых была равной 10 мм. При включении разрывной машины  $A$  верхнее основание реверса и пластина опускались со скоростью 30 мм/мин, воздействуя на материал, который разрезался лезвием. Прорезание материала контролировалось сигнальной лампочкой, которая загоралась при замыкании электрической цепи в момент касания лезвия с пластиной. Величина внедрения лезвия ножа в материал фиксировалась индикатором с точностью до 0,01 мм.

**1.3. Результаты эксперимента.** Данные эксперимента показывают, что разрушающее контактное напряжение зависит от свойств материала. Так, для микропористой резины оно наступает при относительном сжатии  $\varepsilon = 0,85 \div 0,87$ , а для непористой –  $\varepsilon = 0,62 \div 0,65$ .

Абсолютное значение контактного напряжения также зависит от свойств материала и для исследуемых резин равно:

- резина черная микропористая:  $\sigma_p = 245,2 - 261,5$  МПа, толщина  $h = 8,4$  мм;

- резина коричневая, микропористая  $\sigma_p = 235 - 247,2$  МПа, толщина  $h = 9,2$  мм;

- резина бежевая микропористая  $\sigma_p = 161 - 173,3$  МПа, толщина  $h = 7,5$  мм;

- резина черная непористая  $\sigma_p = 135 - 143,5$  МПа, толщина  $h = 6,7$  мм.

При внедрении режущей кромки ножа в материал (до 20% толщины) его поверхностный слой сильно растягивается, и в нем возникает напряжение растяжения. Дальнейшее внедрение резака в материал приводит к тому, что, вероятно, из-за сил трения под режущей кромкой образуется зона всестороннего сжатия материала, при этом возникает разрушающее контактное напряжение  $\sigma_p$ .

Соответственно условные модули резания равны:

- резина черная микропористая  $E_p = 288,5 \div 307,6$  МПа;

- резина коричневая микропористая  $E_p = 276,5 \div 290,8$  МПа;

- резина бежевая микропористая  $E_p = 189,4 \div 203,64$  МПа;

- резина черная непористая  $E_p = 217,7 \div 231,4$  МПа.

Из полученных данных видно, что диапазон колебаний  $\sigma_p$  больше чем диапазон колебаний  $E_p$ . Это можно объяснить тем, что для этих материалов наблюдается постоянная пропорциональность эпюр  $\sigma_p$  и  $\varepsilon$ . Применительно к параметрам экспериментальной установки (радиус прижимного валка  $r = 85$  мм, толщина прижимной пластины  $\Delta_1 = 2$  мм при расстоянии между валком с лезвием резака  $\Delta_1 = 2,4$  мм, резак тонкостенный односторонней заточки  $\beta_{31} = 5^\circ$ , двухстороннее упрочнение  $\beta_{v1} = 24^\circ$ ,  $\beta_{v2} = 32^\circ$  и высота клина в месте упрочнения  $S_{KY} = 1$  мм, а в месте заточки  $S_{K3} = 4,5$  мм, коэффициент поперечной деформации материала  $\mu = 0,26$ , коэффициент трения между

лезвием и материалом  $f_{PM} = 0,35$ , ширина затупления лезвия  $\rho = 0,08$  мм) уравнение (4) примет следующий вид:

$$P_{KP} = \frac{\sigma_p \cdot h \cdot \cos \psi}{13,125 \cdot \sin \gamma} + \frac{E_p}{2,1 \cdot \sin \gamma} \cdot [1,435 + 0,61 \cdot \sin \psi \cdot \cos \gamma + (z - 1)^2 (0,443 + 0,183 \cdot \sin \psi \cdot \cos \gamma)] \quad (3)$$

По уравнению (3) и составленной программе с помощью ЭВМ вычислены экспериментальные данные.

На основе полученных данных для исследуемых материалов построены графики усилий резания в зависимости от угла ориентации лезвия резака, глубины внедрения клина в материал, вида материала и толщины материала (рис. 2-6).

Анализ полученных результатов показывает, что с увеличением толщины материала и уменьшением угла ориентации лезвия резака относительно оси вращения валков сила резания увеличивается (рис. 3-6).

Это объясняется тем, что с увеличением толщины материала увеличивается составляющая силы резания – сила вредного сопротивления.

Уменьшение угла ориентации увеличивает длину контакта лезвия резака и материала, что ведет к увеличению силы резания материала.

Анализ результатов (рис. 5) показывает, что сила резания для различных раскраиваемых материалов различна. Это объясняется тем, что раскраиваемые материалы имеют разные физико-механические свойства, такие как коэффициент относительного сжатия, условный модуль резания и разрушающее контактное напряжение: для пористой резины  $\varepsilon = 0,85 \div 0,87$ , а для непористой  $\varepsilon = 0,62 \div 0,65$ .

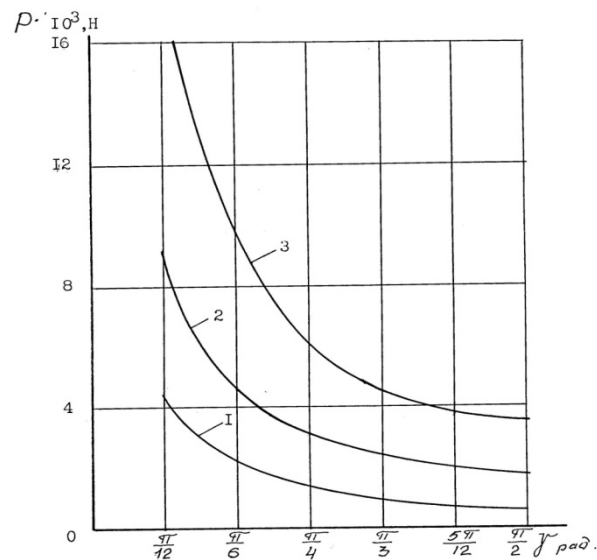


Рис. 2. Графики аналитических зависимостей усилий резания  $P_{KP}$  от угла ориентации лезвия резака  $\gamma$  относительно оси вращения валков при раскросе резины микропористой, цвет черный, толщиной  $h$ :  
1 –  $5 \times 10^{-3}$  м; 2 –  $7,5 \times 10^{-3}$  м; 3 –  $10^{-2}$  м при  $V = 12 \times 10^{-2}$  м/с.

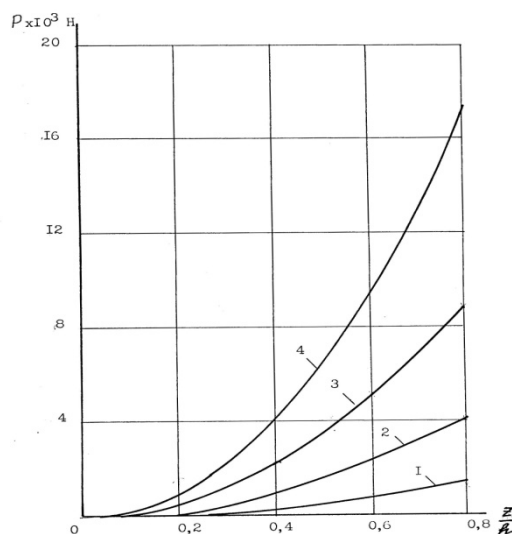


Рис. 3. Зависимость усилия резания  $P_{KP}$  от глубины проникновения резака в материал (резина микропористая, цвет коричневый) при  $\gamma = \frac{\pi}{6}$ ,  
 $V = 12 \times 10^{-2}$  м/с,  $h = 2,5; 5; 7,5; 10$  мм.

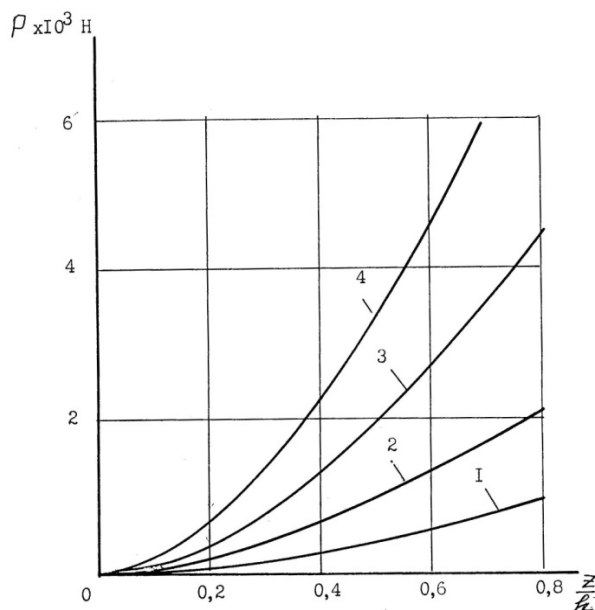


Рис. 4. Зависимость усилия резания  $P_{KP}$  от глубины проникновения резака в материал (резина микропористая, цвет черный) при  $\gamma = \frac{\pi}{6}$ ,  $V = 12 \times 10^{-2}$  м/с,  $h = 2,5; 5; 7,5; 10$  мм.



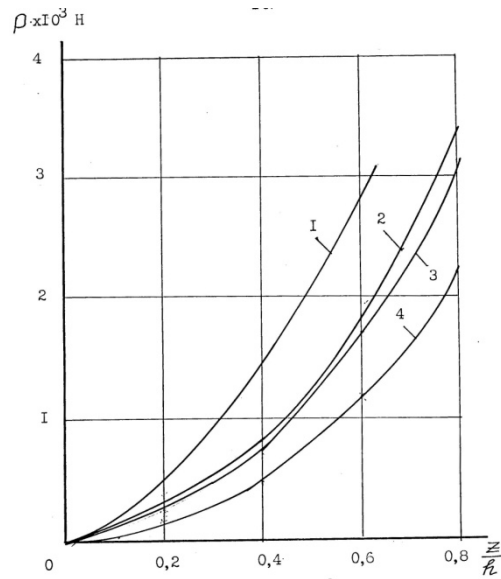


Рис. 5. Зависимость усилия резания  $P_{KP}$  от глубины проникновения резака в материал (1 – резина непористая, цвет черный,  $h=10$  мм; 2 – резина микропористая, цвет черный,  $h=10$  мм; 3 – резина микропористая, цвет коричневый,  $h=10$  мм; 4 – резина микропористая, цвет бежевый,  $h=10$  мм) при  $\gamma = \frac{\pi}{2}$ ,  $V = 0,12$  м/с.

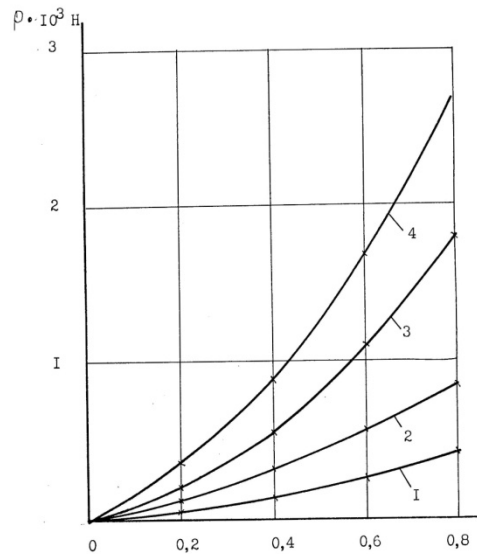


Рис. 6. Графики аналитических зависимостей усилия резания  $P_{KP}$  от глубины проникновения резака в материал при угле ориентации резака  $\gamma = \frac{\pi}{2}$ , скорости подачи материала  $V = 12 \times 10^{-2}$  м/с. Материал микропористая, цвет черный при толщине 1 –  $h=2,5 \times 10^{-3}$  м; 2 –  $h=5 \times 10^{-3}$  м; 3 –  $h=7,5 \times 10^{-3}$  м; 4 –  $h=10^{-2}$  м.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тлеуов, О.А. Исследование процесса резания материала методом прокатки через промежуточное звено [Текст] / О.А. Тлеуов, Б.Г. Инкаров, Г.Ж. Кулбасов // ММПТ. – 1997. – №2. – С. 222-227.
2. Тлеуов, О.А. Резание материала, когда лезвие резака ориентировано к оси вращения валка под углом  $0 < \gamma < \frac{\pi}{2}$  [Текст] / О.А. Тлеуов, Л.Х.Юсупова, Н.Д. Абильдаева // Үркімбаев оқулары» атты халықаралық ғылыми-техникалық конференция. – Тараз, 2015.

*Материал поступил в редакцию 01.04.16.*

**О.А. Тлеуов, Л.Х. Юсупова**

*М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан*

**МАТЕРИАЛДАРДЫ КЕСУ ҮРДІСІН  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛДЫҚ ЗЕРТТЕУ**

Реэенке материалдарының байланысын үзетін және шартты кесу модулін анықтау бойынша жүргізілген эксперименталдық зерттеулер нәтижелері келтірілген.

**Түйін сөздер:** статикалық сынақтар, байланысқан жүктеме, салыстырмалы сығымдау коэффициенті, кесудің шартты модулі, бұзатын байланысқан жүктеме.

**O.A. Tleuov, L.Kh. Yusupova**

*Taraz State University named after M.Kh .Dulati, Taraz, Kazakhstan*

**PILOT STUDIES OF PROCESS OF CUTTING OF MATERIALS**

The results of experimental studies to determine the damaging contact stress and apparent modulus of cutting rubber materials.

**Keywords:** static tests, contact stress, the coefficient of relative compression, conventional cutting unit and damaging the contact stress.

---

## ТЕХНОЛОГИИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

---

УДК 664.765

Е.Н. Урбанчик<sup>1</sup>, О.О. Станюленис<sup>2</sup>, Н.А. Горбатовская<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Канд. техн. наук, доцент, <sup>2</sup>Аспирант, <sup>3</sup>Канд. техн. наук, профессор

<sup>1,2</sup>Могилевский государственный университет продовольствия,  
г. Могилев, Республика Беларусь

<sup>3</sup>Таразский государственный университет им. М. Х. Дулати,  
г. Тараз, Республика Казахстан

### ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СУХИХ СМЕСЕЙ ИЗ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА С ФРУКТОВО-ЯГОДНЫМИ НАПОЛНИТЕЛЯМИ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОКТЕЙЛЕЙ

Разработан технологический процесс изготовления сухой смеси для приготовления коктейля на основе пророщенного зернового сырья с повышенным содержанием микронутриентов. Предложен способ стерилизации сухой зерновой смеси. Исследованы вкусовые предпочтения предлагаемого напитка потенциальных потребителей.

**Ключевые слова:** пророщенное зерно, сухие смеси для приготовления коктейлей, обсемененность зерна, стерилизация гамма лучами.

Современная культура питания человека характеризуется неправильным взаимодействием микронутриентов (витамины, макро- и микроэлементы), их недостаточным количеством. Как следствие – ослабление организма, снижение иммунитета. Коррекцией микронутриентного дефицита человека обоснован выбор композитного структурообразователя клеток человека. Предлагается разработка сухой порошковой смеси для приготовления коктейлей на основе пророщенного зерна. Сухие порошковые смеси характеризуются повышенным содержанием витамина Е и витаминов группы В. В химическом составе пророщенного зерна (в отличие от непророщенного) уже присутствует ценный природный иммуномодулятор – витамин С [1].

В ходе опроса, проводимого российскими учеными [2] выявлена заинтересованность потребителей таким продуктом, как пророщенное зерно. Около 57% респондентов готовы покупать, 43% опрошенных равнодушны к продукту. Следовательно, большая часть потребителей информирована о полезных свойствах пророщенных зерновых культур и заботится о своем здоровье.

В настоящее время в продовольственных магазинах можно встретить в продаже пророщенные зерна различных культур. Как свидетельствуют исследования [2] в процессе хранения на полках магазина число вредных микроорганизмов на ростках увеличивается в логарифмической прогрессии.

В ходе исследования в ряде универсамов был проведен отбор образцов, размещенных на полках. Исследования предлагаемых продуктов свидетельствуют о том, что они не соответствуют требованиям санитарной безопасности. Таким образом, полезный продукт превращается в небезопасный и вредный.

Для производства сухого концентрата коктейля необходимо оснастить производство технологической линией, состоящей из операций, представленных на рисунке 1.



Рис. 1. Принципиальная схема получения сухой смеси на основе пророщенного зерна с фруктово-ягодными наполнителями

Принципиальная схема получения сухой смеси на основе пророщенного зерна с фруктово-ягодными наполнителями состоит из следующих основных этапов: 1 этап – подготовка зерна, оценка качества; 2 этап – проращивание зерна; 3 этап – сушка зерна; 4 этап – измельчение сырья; 5 этап – смешивание сухой измельченной смеси с фруктово-ягодными наполнителями; 6 этап – фасовка и упаковка готовой сухой смеси для приготовления коктейлей; 7 этап – стерилизация. Подготовленное зерновое сырье проращивают до длины ростка 1,5-2 мм [3]. Пророщенную массу высушивают до состояния наличия влаги 12%. Высушенную массу измельчают, фасуют, упаковывают и подвергают радиационной стерилизации. Используется радиационная стерилизация гамма лучами, испускаемыми радиоактивной формой кобальта – 60 или цезия – 137. Кобальт –60 и цезий – 137 излучают гамма лучи высокой энергии, которые могут проникать в пищевые продукты на глубину несколько десятков сантиметров. Кобальт и цезий не испускают нейтроны, а значит, они не делают объекты вокруг себя радиоактивными. При облучении микроорганизмов энергия луча передается воде и другим молекулам в клетке. Создаются переходные реактивные химические соединения, которые повреждают ДНК микробной клетки, образуются дефекты в генетическом коде патогенных микроорганизмов.

Радиационную стерилизацию проводят в специализированных учреждениях, имеющих необходимые источники облучения достаточной мощности, куда продукт поставляется в расфасованном виде.

Для выбора размера частиц сухой смеси для приготовления коктейлей изучались органолептические показатели микса воды и сухой зерновой смеси

различной дисперсности, растворенной при температуре 35°C (табл. 1). В ходе исследований установлено, что оптимальная дисперсность частиц измельченного пророщенного зерна для приготовления коктейлей составляет 30...50 мкм.

Таблица 1

Органолептические показатели микса воды и сухой зерновой смеси

Дисперсность частиц	Гомогенность системы	Характеристика показателя
200-250 мкм	Неоднородная	Характерное выпадение осадка в процессе смешивания
150-200 мкм	Неоднородная	Характерное выпадение осадка в процессе смешивания
100-150 мкм	Неоднородная	Характерно выпадение осадка через 1 минуту
50-100 мкм	Однородная с небольшими включениями	Осадок в течение 3 минут не образуется
30-50 мкм	Однородная	Осадок в течение 5 минут не образуется

Микс воды и сухой зерновой смеси различной дисперсии имеет бежевый цвет и послевкусие теста.

Для устранения нестандартного послевкусия и создания гаммы вкусов добавляли измельченный сухой продукт из фруктов, трав и ягод (клубника, киви, банан, вишня, мята, смородина).

Методом анкетного опроса собрана первичная информация о предпочитаемых вкусах. Выборка респондентов составила 215 человек. Для расчета числа респондентов в выборке использовали формулу Светунькова С.Г. [4]

$$n = \frac{1}{\frac{\Delta^2}{p \cdot (1-p) \cdot t^2 + \frac{1}{N}}}$$

где: N – размер генеральной совокупности;  $\Delta$  – ошибка выборки; p – доля потребителей, предпочитающих данный товар другим; t – значение статистики Стьюдента.

Генеральная совокупность – число жителей г. Могилева (по официальным данным 365 тыс. человек) [5].

В начале маркетингового исследования невозможно определить дисперсию какого-либо признака, поскольку для её вычисления необходимо знать среднюю характеристику этого признака и отклонения от него. Любые экспертные оценки здесь оказываются неуместными. Поэтому в данном случае переходят к использованию понятия доли признака в общей совокупности наблюдений, которую можно априорно оценить экспертным путём, например, предположить, что в выбранном сегменте доля потребителей предпочитающий данный товар другим товарам составит  $p = 0,2$ . Предполагаем ошибку не более 5% ( $\Delta = 0,05$ ). Уровень доверительной вероятности в экономической практике обычно принимается равным 95%. В

таблице Стьюдента для степеней свободы более 120 (изначально предполагаем, что рассчитываемая выборка будет более 120) находим значение t-статистики:  $t = 1,96$ .

Рассчитаем объем выборки:

$$T = 1 / (0,05^2 / 0,2 \cdot (1 - 0,2) 1,96^2) + 1 / 365000 = 215 \text{ человек.}$$

В соответствии с предпочтениями потребителей выбраны сухие смеси для приготовления коктейлей со вкусом смородины и вишни (рис. 2).



Рис. 2. Вкусовые предпочтения потребителей по фруктово-ягодным наполнителям для приготовления коктейлей

Для создания привлекательной упаковки необходимо учитывать желание покупателя употреблять натуральный продукт. Поэтому предлагаем изобразить готовый продукт в природной среде. Пшеничное поле создает настроение «У бабушки в деревне», а спелые и вкусные ягоды в коктейльном стакане вызывают у потребителя эмоциональный восторг и желание попробовать продукт. Вкусовые предпочтения потребителей будут определяться видом ягод, изображенных на упаковке. Чем шире будет ассортимент коктейлей, тем больше потребительский сегмент.

Одна из основных проблем, которую необходимо решить при разработке технологии изготовления сухих смесей для коктейлей – патогенные микроорганизмы, которыми естественным образом обсеменено исходное зерновое сырье.

Размер ДНК вредоносной «цели» в организме – главный фактор, определяющий эффективность облучения. Доза облучения измеряется единицей Грей. Это мера количества переданной энергии. Эффект уничтожения микробов измеряется в D величинах. Одна D-величина – количество облучения, которое должно убить 90% организмов. Например, требуется 0,3 кГрей, чтобы убить 90% E.coli O157, так как D-величина E.coli – 0,3 кГрей. Эти величины можно складывать по экспоненте. Требуется 2D (или 0,6 кГрей в случае E.coli), чтобы убить 99% организмов, 3D (или 0,9 кГрей), чтобы убить 99,9% и так далее.

Паразиты и насекомые-вредители, которые имеют большие размеры ДНК, быстро уничтожаются чрезвычайно низкими дозами облучения, с D-величинами 0,1 кГрей или меньше. Требуются большие облучения, чтобы уничтожить бактерии, поскольку они имеют несколько меньшую ДНК, с D

величинами в диапазоне 0,3-0,7 кГрей. Бактерицидные споры уничтожаются облучением с D-величинами порядка 2,8 кГрей. Вирусы, имеющие нуклеиновую кислоту, являются стойкими к облучению в дозах, одобренных для пищевых продуктов. Они могут иметь D-величины 10 кГрей или выше.

В низких дозах облучение может использоваться для предотвращения роста плесени, предупредить прораствание и продлить срок годности [6]. Установлено, что доза облучения в 25 кГрей достаточна для уничтожения бактерий, бактериальных спор, вирусов, прионовых частиц.

Требования к качеству конечного продукта в рамках ЕврАзЭС (страны-участники: Россия, Беларусь, Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан) определяемые Техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» [7], предъявляемые п. 1.7 к концентратам порошкообразным, напиткам, представлены в таблице 2.

Таблица 2

Показатели качества сухой зерновой смеси

Показатель	Наличие облучения, доза	ТНПА, регламентирующий методику проведения испытаний	Значение показателя по ТНПА, регламентирующему требования к продукту	Фактическое значение показателя
Количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов КОЕ/г (см <sup>3</sup> ), не более	Без облучения	ГОСТ 10444.15- 94	5×10 <sup>4</sup>	Более 5×10 <sup>4</sup>
	С облучением (25 кГрей)	ГОСТ 10444.15- 94		Менее 1×10 <sup>4</sup>
Бактерии группы кишечных палочек (БГКП) в 1 г/см <sup>3</sup>	Без облучения	ГОСТ 30518 -97	Не допускаются	Не обнаружены
	С облучением (25 кГрей)	ГОСТ 30518 -97		Не обнаружены
Дрожжи и плесени (в сумме), КОЕ/см <sup>3</sup> , не более	Без облучения	ГОСТ 10444.12-88	10	Не обнаружены
	С облучением (25 кГрей)	ГОСТ 10444.12-88		Не обнаружены

На основании проведенного анализа выработаны рекомендации для дальнейшей разработки технологии сухой зерновой смеси с фруктово-ягодными наполнителями:

- дисперсность частиц измельченного пророщенного зерна и фруктово-ягодных наполнителей порядка 30-50 мкм;
- в качестве фруктово-ягодных наполнителей на первых этапах производства использовать наиболее востребованные измельченные сухофрукты смородины, вишни и киви;
- влажность сухой зерновой смеси для приготовления коктейлей в процессе обеззараживания должна быть не менее 10-12%;
- доза облучения в 25 кГрей достаточна для уничтожения бактерий, бактериальных спор, вирусов и прионовых частиц.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шаскольские Н.Д. и В.В. Самая полезная еда: Проростки [Текст] / Н.Д. и В.В. Шаскольские. – СПб.: Веды, Азбука-Аттикус, 2011. – 192 с.
2. Бережная, О.В. Разработка технологии получения проростков зерна пшеницы при производстве хлебопекарной и кулинарной продукции [Текст]: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – МГУПП, Москва, 2015. - 206с.
3. Пат. 10228 Республика Беларусь, МПК (2006) А 23L 1/10, А 23L 1/185. Способ производства полуфабриката из пророщенного зерна [Текст] / Урбанчик Е.Н.; заявитель и патентообладатель Могилев, гос. ун-т продовольствия. – № а 20060182; заявл. 02.03.06; опубл. 24.10.07, Бюл. № 23 (II ч.). – 3 с. ; ил.
4. Светуных, С.Г. Методы маркетинговых исследований [Текст]: учебн. пос. / С.Г. Светуных. – СПб.: Изд-во «ДНК», 2003. – 352 с.
5. Регионы Республики Беларусь [Текст]: статистический сборник. – Минск: Белстат, 2015. – 580 с.
6. Жиряева, Е.В. Товароведение и экспертиза в таможенном деле (продовольственные товары) [Текст]: учебн. пособие / Е.В. Жиряева, Т.Д. Хайландт. – С.Пб.: Из-во СЗАГС, 2006. – 288 с.
7. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»/ Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2016. – Режим доступа :<http://www.pravo.by>. – Дата доступа 20.09.2016.

Материал поступил в редакцию 29.09.16.

**Е.Н. Урбанчик<sup>1</sup>, О.О. Станюленис<sup>1</sup>, Н.А. Горбатовская<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Могилев мемлекеттік азық-түлік университеті, Могилев қ., Беларусь Республикасы  
<sup>2</sup>М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

**КОКТЕЙЛЬДЕР ДАЙЫНДАУ ҮШІН ЖЕМІС-ЖИДЕКТІ  
ТОЛЫҚТЫРҒЫШТАР ҚОСЫЛҒАН ӨНГЕН ДӘННЕН ҚҰРҒАҚ  
ҚОСПАЛАР ЖАСАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЗЕРТТЕУ**

Құрамында микронутриенттері жоғары, өнген дәнді шикізат негізінде коктейльдер дайындау үшін құрғақ қоспалар жасаудың технологиялық үрдісі дайындалған. Құрғақ дәнді қоспаны зарарсыздандыру тәсілі ұсынылған. Ұсынылып отырған сусынға қатысты тұтынушылардың берген дәмдік қалаулары зерттелген.

**Түйін сөздер:** өнген дән, коктейльдер дайындау үшін құрғақ қоспалар, дәннің микроағзалармен ластануы, гамма сәулелермен зарарсыздандыру.

**A. Urbanchik<sup>1</sup>, A. Staniulenis<sup>1</sup>, N.A. Gorbatsvskaya<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Mogilev State University of Foodstuffs, Mogilev, Republic of Belarus  
<sup>2</sup>Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

**STUDYING POSSIBILITY IMPLEMENTATION OF A TECHNOLOGY  
FOR MAKING DRY MIXTURE FOR COCKTAILS COOKING FROM  
FLAVORED GERMINATED GRAIN**



Technological process of making dry mixture for cocktails cooking from flavored germinated grain with high-ratio of micronutrient has been developed. Disinfection method for a grain mixture has been proposed. Food excesses of potential customer for suggested product has been investigated.

**Keywords:** germinated grain, dry mixture for cocktails, insemination grain, gamma sterilization ray.

ӘОЖ 637.146.23

**Е. Спандияров<sup>1</sup>, И.И. Бекбасаров<sup>1</sup>, Ш.Ж. Умирбаева<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Техн. ғылымдарының докторы, профессор, <sup>2</sup>Инженер,  
М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

### САҚТАУҒА ШЫДАМДЫ ҚЫМЫЗ ДАЙЫНДАУ ТӘСІЛІН ЖЕТІЛДІРУ

Сақтауға шыдамды қымыз дайындаудың жаңа тәсілі ұсынылды. Осы тәсілмен алынған өнімді екі айға созылған сақтау кезеңінде сынау оның қышқылдық санының екі есеге жуық артқанын, ал органолептикалық көрсеткіштерінің елеулі өзгермегенін көрсетті.

**Түйін сөздер:** қымыз, бие сүті, ашу, қышқылдық саны.

Қымызды С және В дәрумендерін синтездеп, сусынға ерекше қышқыл дәм беретін алкоголь құрайтын сүтқышқылды бактериялар мен ашытқыларды қолдана отырып бие сүтінен алады.

Бие сүтін ашыту кезеңінде микроағзалардың антибиотик заттарының әсерінен оның антимикробтық белсенділігі барынша айқындалып, тұтынушы адам ағзасындағы биологиялық үрдістерді қарқындатады.

Ашу барысында қымыздың ақуызы жеңіл қорытылатын заттарға, ал сүт қанты сүт қышқылына, этил спиртіне және көптеген хош иісті заттарға айналады. Осының бәрі қымыздың азықтық қасиеттерін, сіңімділігін, дәмін және хош иісін арттырады.

Ашу уақытына байланысты қымызды шартты түрде үш түрге бөлуге болады: жуас (бір күндік – спирті 1% дейін), орташа (екі күндік – спирті 1,75% дейін), күшті (үш күндік – спирті 2,5% дейін). Құрамындағы спирті 4% жоғары асау қымыз деп аталатын аса күшті қымыз дайындайтын қазақша тәсіл бар.

Қымыз өндірушілер үшін дайын өнімді сақтау, тасымалдау, тұтынушыларға өткеру кезеңдерінде сусынның сапалық көрсеткіштерін тұрақты ұстап тұрудың маңызы аса зор. Ұсынылып отырған тәсіл бие сүтінен сақтауға шыдамды сапалы қымыз дайындауды қамтамасыз ете алады.

Қымыз өндірудің, былайша ерекшеленетін, яғни қымыздың сақтау мерзімін ұлғайту мен оның дәмдік қасиеттерін жақсарту мақсатымен алынған бие сүті мен ашытқы қоспасын бір мезгілде 20-25 мин бойы қоспалау мен аэрациялаудан өткеріп, одан кейін 2-3 сағат бойы ұстау арқылы, үш кезеңде өңдеу тәсілі белгілі [1].

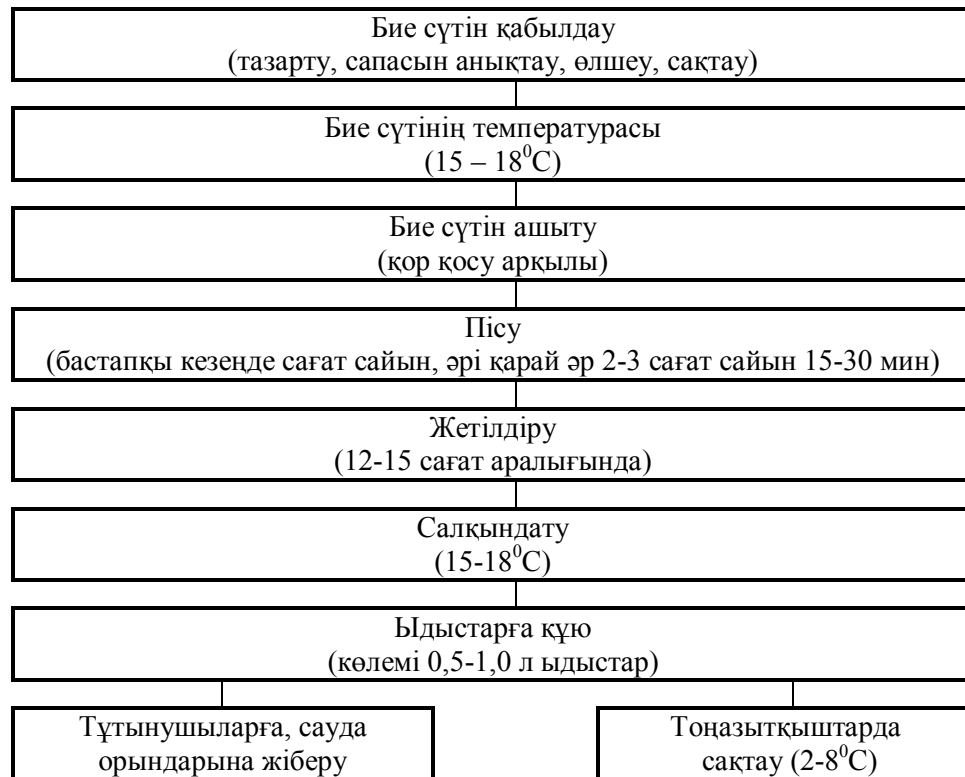
Бірінші және екінші кезеңдерде ұстаудан кейін қоспаға оның 45-50<sup>0</sup>T қышқылдығын қамтамасыз ететін сүт мөлшері қосылады, екінші кезеңде қоспаны ұстау алдында оны 16-18<sup>0</sup>C температураға дейін салқындатады, ал үшінші кезеңде қоспаны 2-3 сағатқа дейін ауасыз күйде ұстап, әрі қарай оны 1,0-1,5 сағат бойына дейін піседі. Бұл тәсіл күрделі, технологиялық үрдіс барынша ұзарады, ал дайын өнімнің сапасы айтарлықтай жақсармайды.

Қымыз жалпы қабылданған кең тараған келесі технология бойынша өндіріледі. Өндіріс жағдайында ашытудың бастапқы кезеңінде сағат сайын, әрі қарай әр 2-3 сағаттан кейін 15-тен 30 минутқа дейін қор қосылған биенің сүті арнаулы қоспалаушымен пісілетін тәсілі ең жақын түпнұсқа болып табылады [2].

Дайын өнімнің тауарлық және емдік қасиеттерінің қалыптасуы пісілу дәрежесі мен ұзақтығына байланысты дамитын ашу мен жетілу сияқты биохимиялық үрдістермен тікелей байланысты. Өнімнің аэрациялануына қарай спирттік ашу қарқынды түседі. Ашу өнімнің 55-70<sup>0</sup>T қышқылдық санына дейін созылады.

Осыдан кейін қымызды шыны шөлмектерге құйып, спиртті ашудың өнімдерін жинақтау мақсатымен олардың ауыздарын тығындап, 18-20<sup>0</sup>C температурада 1-1,5 сағат бойы ұстайды. Қымыз толық жетілу үшін арнаулы камерада 5-7<sup>0</sup>C температурада сақталады. Бұл тәсілдің кемшілігі дайындалған қымыз 48 сағаттан артық сақтауға келмейді, ол барынша ашып, өзінің тағамдық қасиеттерін жоғалта бастайды.

Жоғарыда келтірілген кемшіліктерді ескере отырып, сақтауға шыдамды қымыз дайындаудың жасалған жаңа тәсілінің мәнін түсіндіру үшін, келесі принципіалды сұлбаны қарастырамыз (сурет) [3].



Сурет. Қымыз дайындаудың принципіалды сұлбасы

Бие сүті қабылдау кезеңінде кездейсоқ бөгде қоспалардан тазартылып, оның сапалық көрсеткіштері анықталады, көлемі өлшеніп болған соң өндіріске бағытталады, ал артық шикізат арнаулы ыдыстарға құйылып сақталады.

Бұл тәсіл шикізат пен алынған қымызды оңтайлы температура дәрежесіне жеткізу әсерінен пісуші мен құюшы қондырғыларының жұмыс мүшелерімен байланысатын ортаны сапалы өңдеуді, яғни қымыздың сақтау мерзімін ұлғайту мен оның дәмдік қасиеттерін жақсартуға бағытталған мақсатты нәтижеге, сонымен қатар өңдеу тиімділігін арттыру арқылы қымыздың сапасын жоғарылату мен сақтау мерзімін ұзартуды қамтамасыз ететін техникалық нәтижеге қол жеткізеді.

Бұл тәсілдің бірінші ерекшелігі – дайын өнімнің сапасы мен сақтау мерзіміне кері әсер ететін жартылай дайын өнімдегі іртіктердің болмауы үшін бие сүтінің температурасын 15-18<sup>0</sup>С аралығына дейін апарды. Осыдан кейін бие сүтіне 10-15% қор қосу арқылы оны ашыту жүргізіледі. Ашытудың бастапқы кезеңінде сағат сайын, әрі қарай әр 2-3 сағат сайын 15-30 мин бойына қоспа қарқынды түрде пісіліп, 12-15 сағат аралығында қымыз болып жетіледі.

Осы тәсілдің келесі ерекшелігі – осылайша дайындалған қымызды 15-18<sup>0</sup>С температураға дейін салқындату арқылы көбігі болмайтын жуас түрге айналдырады. Бұл оны 0,5-1,0 л ыдыстарға жоғарға дәлдікпен өлшеп, құюды оңайлатуды қамтамасыз етеді. Қажетті жағдайда дайын өнім тұтынушыларға, сауда орындарына, немесе 2-8<sup>0</sup>С температурада сақтау үшін әрі қарай тоңазытқыштарға жіберіледі.

*Мысал 1.* 100 л бие сүтін 15-18<sup>0</sup>С температураға дейін салқындатып, оның жалпы көлемінің 10-15% құрайтын таза сүтқышқылды, адамға пайдалы бактериялар негізінде дайындалған ашытқы қосып, оларды ұқыпты қоспалайды.

Осылай дайындалған қоспа 26-28<sup>0</sup>С температура жағдайында ашиды, бастапқы кезеңде сағат сайын, әрі қарай әр екі-үш сағат сайын 15-30 мин механикалық түрде қарқынды пісіліп, 12-15 сағат аралығында қымыз болып жетіледі.

Дайын болған қымызды 15-18<sup>0</sup>С температураға дейін қосымша салқындату арқылы көбігі кем болатын жуас түрге айналдырады. Бұл оны 0,5-1,0 л шыны ыдыстарға жоғарғы дәлдікпен өлшеп, құюды қамтамасыз етеді.

Қажетті жағдайда дайын өнім тұтынушыларға, сауда орындарына, немесе ұзақ мерзімде сақтау үшін әрі қарай температурасы 2-8<sup>0</sup>С тоңазытқыштарға жіберіледі.

Осы тәсілмен өндірілген жуас қымызды 2-8<sup>0</sup>С температурада тұрмыстық тоңазытқышта тұрақты түрде сақтай отырып, оның сапалық көрсеткішін сипаттайтын қышқылдық санын кең тараған халықаралық стандарт әдісіне сәйкес анықтадық.

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университетіндегі «Ә.С.Ахметов атындағы Наноинженерлік зерттеу әдістері» зертханасында жүргізілген екі айға созылған сынақ барысында өнімнің қышқылдық саны 75,7-ден 134,0<sup>0</sup>T дейін өсіп, оның органолептикалық көрсеткіштерінің елеулі өзгермегені белгілі болды.

Жүргізілген тәжірибелік зерттеулер барысында өнімнің сапасын екі айға дейін жоймау үшін қымызды 2-8<sup>0</sup>С температурада сақтау қажеттілігі ғылыми негізде дәлелденді.

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Авторлық куәлік СССР №1544341, А23 С 9/127. [?] [Текст] / Мамбеталиев, Б.Д. 1990.
2. Твердохлеб, Г.В. Технология молока и молочных продуктов [Текст] / Г.В. Твердохлеб, З.Х. Диланян, Л.В. Чекулаева. – М.: Агропромиздат, 1991. – 463 с.
3. Қымыз дайындау тәсілі [Мәтін]: инновациялық патент №27574 / Спандияров Е., Сұлтанов С.Д. Қазақстан Республикасы өнертабыстардың мемлекеттік тізілімінде тіркелді; 17.10.2013.

*Материал редакцияға 29.11.16 түсті.*

**Е. Спандияров, И.И. Бекбасаров, Ш.Ж. Умирбаева**

*Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати,  
г. Тараз, Казахстан*

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ПРИГОТОВЛЕНИЯ  
КУМЫСА ПОВЫШЕННОЙ СТОЙКОСТИ ПРИ ХРАНЕНИИ**

Предложен метод приготовления кумыса повышенной стойкости при хранении. Испытание кумыса, приготовленного по новому методу, показало, что кислотное число образца возросло, примерно, в два раза. При этом органолептические показатели напитка изменились незначительно.

**Ключевые слова:** кумыс, кобылье молоко, брожение, кислотное число.

**Y. Spandiyarov, I.I. Bekbasarov, S.J. Umirbaeva**

*Taraz State University named after M.Kh.Dulati, Taraz, Kazakhstan*

**IMPROVEMENT OF THE METHOD OF PREPARATION  
KUMYS RAISED STABILITY DURING STORAGE**

A method for the preparation of kumys raised stability during storage are presented. Test results of kumys prepared by the new method, showed that the acid number of the sample is increased, approximately doubled. At the same time organoleptic characteristics of beverage is slightly changed.

**Keywords:** kumys, mare's milk, fermentation, acid number.

УДК 602.3 : 664.1: 637.1

Д.С. Яковлев<sup>1</sup>, А.Г. Шлейкин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Аспирант, <sup>2</sup>Д-р мед.наук, профессор  
Университет ИТМО, г Санкт-Петербург, Российская Федерация  
Электронная почта: <sup>1</sup>dyakovlev@icloud.com, <sup>2</sup>shleikin@yandex.ru

## ТРАНСГЛУТАМИНАЗА – ПОСЛЕДНИЕ ДОСТИЖЕНИЯ И НОВЫЕ ИСТОЧНИКИ

Изучены свойства фермента трансглутаминазы и применения фермента в пищевой промышленности для сшивания различных видов белков, а также изменение свойств сшиваемых белков под действием фермента. Приведены примеры выделения микробной трансглутаминазы и преимуществ ее использования в пищевой промышленности. Составлен перечень свойств, изменяемых под воздействием трансглутаминазы. Подчеркнута актуальность использования микробной трансглутаминазы в качестве структурирующего агента и «пищевого клея», для получения пищевых продуктов с заданными свойствами.

**Ключевые слова:** трансглутаминаза, структурирующий агент, белки, биополимеры, ковалентная связь, пептидная цепь, ферментативная обработка.

Трансглутаминаза представляет собой семейство ферментов (ЕС 2.3.2.13), широко распространенных в различных органах и тканях организма, которые катализируют образование ковалентной связи между свободной аминогруппой и  $\gamma$ -карбоксамидной группой белка или пептид-связанным глутамином. Трансглутаминаза также образует сшитые, как правило, нерастворимые, белковые биополимеры, необходимые для создания стабильных барьерных структур организма [1].

Трансглутаминаза является ферментом, принадлежащим к классу трансфераз, которые катализируют пост-трансляционные модификации многих белков, меж- или внутримолекулярные сшивки через ацил-передачи между  $\gamma$ -карбоксамидными группами остатков глутамин и  $\varepsilon$ -аминогруппами лизина, или других первичных аминов. Это приводит к образованию  $\gamma$ -глутамил- $\varepsilon$ -лизин пептидной цепи [2]. Фермент способен изменять белковый субстрат путем катионизации или формирования меж- или внутримолекулярных связей через полиамины разной длины [3].

Трансглутаминаза была найдена в клетках прокариот и эукариот, а также в печени морской свинки [4]. Фермент был впервые извлечен из печени морской свинки в 1973 году. Данная форма трансглутаминазы была единственной формой, поступающей на рынок до конца 80-х годов, и не вызывала особого интереса с промышленной точки зрения, ввиду высокой стоимости. Кроме того, тканевая трансглутаминаза –  $\text{Ca}^{2+}$ -зависимый фермент, что приводит к осаждению белков и некоторых продуктов, содержащих казеин, соевый глобулин или миозин [5]. Трансглутаминаза широко распространена в природе. Фермент был найден в тканях млекопитающих, позвоночных, беспозвоночных, моллюсков, растений. В клетках микроорганизмов, фермент представлен как одноцепочечный полипептид, состоящий из 331 аминокислоты [6].

**Микробная трансглутаминаза.** Выделение микробной трансглутаминазы из *Streptovercillium*sp имело огромное промышленное

значение. Микробная трансглутаминаза является  $Ca^{+2}$ -независимой, и упрощает процедуры очистки, снижая затраты. Микробная трансглутаминаза сшивает множество белков также эффективно, как трансглутаминаза, выделенная из печени млекопитающих [7]. Микробная трансглутаминаза применяется в различных отраслях пищевой промышленности благодаря способности модифицировать физико-химические свойства белковых пищевых систем.

**Применение трансглутаминазы.** Трансглутаминаза используется в промышленных целях в качестве структурирующего агента, а также в некоторых биологических процессах: свертываемость крови, заживление ран, ороговения кожи [8]. В ряде биологических процессов этот фермент отвечает за регулирование роста, дифференцирования и пролиферации клеток, а также играет важную роль в предотвращении аллергии. Внутри- и межмолекулярное связывание белков и пептидов катализируется путем модификации их структуры на молекулярном уровне, что воздействует на функциональные свойства этих белков, позволяя изменять структурную форму и создавать полимеры с высокой молекулярной массой [9]. Нативная молекулярная структура белков определяет возможность и степень сшивания трансглутаминазой.

**Целесообразность применения трансглутаминазы в пищевой промышленности.** Трансглутаминаза классифицируется многими авторами как мясной клей, но спектр применения фермента не исчерпывается переработкой мясного сырья. Этот фермент все чаще используется в кулинарии, так как позволяет образовывать термостабильные ковалентные связи между белками даже в небольших количествах, что оказывает значительное воздействие на свойства пищевых продуктов и расширяет возможности их переработки и хранения [9]. Данные трансформации происходят во всех видах пищевых белков (рыба, мясо, тофу, желе, мука), при этом и функциональность белков может быть коренным образом изменена. Модификация вызывает резкие изменения объема, структуры, устойчивости и других параметры белковых молекул [10].

При внесении трансглутаминазы в пищевые системы, изменяются их следующие свойства:

- 1) Емкость желатинизации: белок, который изначально не способен образовывать гель, может образовывать гель и становится более упругим;
- 2) Вязкость: при увеличении молекулярной массы белка, увеличивается и вязкость раствора белка;
- 3) Термическая стабильность: образованные ковалентные связи остаются стабильными при изменении температуры;
- 4) Влагоудерживающая способность: способность связывания воды увеличивается, независимо от изменений температуры;
- 5) Пищевая ценность: биологические преобразования с помощью полимеризации являются более безопасными, чем с применением химических превращений.

Способность белков связываться под действием трансглутаминазы представлена в таблице.

Возможность использования трансглутаминазы можно привести на примерах молочных, соевых продуктов и продуктов из пшеницы.

Таблица

## Связывание белков под действием трансглутаминазы

Белок	Тип субстрата	Связывание						Термодинамическая совместимость					
		Кн	сКн	$\alpha$ -LA	$\beta$ -LG	BCA	OB	Кн	сКн	$\alpha$ -LA	$\beta$ -LG	BCA	OB
Кн	Глн-Лиз	+	+	+-	-	+	-	+	+	+-	-	-	-
сКн	Глн	+	-	+-	+			+	+	+-	+		
$\alpha$ -LA	Глн-Лиз	+-	+	+		+	-	+-	+	+	+	+-	
$\beta$ -LG	Глн-Лиз	-	+	+	+		-	-	+		+		-
BCA	Глн или Лиз	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	
OB	Глн или Лиз	-	+	-	-	-	-	-	+-	-	-	-	

Обозначения: ++ реагирует очень хорошо; + реагирует хорошо; +- реагирует в зависимости от условий; - преимущественно не реагирует; Кн –  $\beta$ -казеин, сКн – сукцинированный  $\beta$ -казеин,  $\alpha$ -LA –  $\alpha$ -лактальбумин,  $\beta$ -LG –  $\beta$ -лактоглобулин, BCA – бычий сывороточный альбумин, OB – овальбумин.

**Молочные продукты.** Молочный казеин не образует гель при нагревании и является хорошим субстратом для трансглутаминазы, которая превращает его в термостойкий гель-йогурт. При изменении температуры или физическом воздействии йогурт делится на фракции. Добавление трансглутаминазы решает данную проблему, и повышает влагоудерживающую способность геля [11]. Добавление трансглутаминазы в молочные продукты позволяет производить мороженое и сыр с низким содержанием сухого обезжиренного остатка [12].

**Соевые продукты.** Соевые белки являются хорошими субстратами для реакций с микробной трансглутаминазой [13]. Путем коагуляции белков сои с добавлением  $\text{Ca}^{+2}$  и  $\text{Mg}^{+2}$  или глюколактона получают соевый творог тофу. При длительном хранении творог тофу нестабилен, а его гладкая структура легко разрушается пиролизной стерилизацией. Добавление трансглутаминазы позволяет сохранить его структуру на более длительный срок [14].

**Продукты из пшеницы.** Установлено что обработка лапши и макарон трансглутаминазой позволяет предотвратить ухудшение их структуры в процессе приготовления, даже при использовании низких сортов муки. Отмечено увеличение объема теста при приготовлении некоторых сортов хлеба в процессе перемешивания теста [15].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Данилов, Н.П. Влияние трансглутаминазы на консистенцию молочного сгустка [Текст] / Н.П. Данилов, А.Г. Шлейкин // Материалы всероссийской конференции: Научно-практические аспекты экологизации продуктов питания. – Углич: ВНИИМС, 2008. – С. 82-84.
2. Способ получения молочной сыворотки с пониженной концентрацией остаточного белка [Текст] / Шлейкин А.Г., Данилов Н.П.; пат. 2009141081 Российская Федерация; 2011.
3. Шлейкин, А.Г. Применение трансглутаминазы в пищевых технологиях [Текст] / А.Г. Шлейкин, Д.В. Лучков, А.А. Горбатовский // Известия Санкт-Петербургского государственного университета низкотемпературных и пищевых технологий. – 2006. – № 1. – С. 135.

4. Шлейкин, А.Г. Модификация структуры йогурта с помощью амарантового экстракта и трансглутаминазы [Текст] / А.Г. Шлейкин, Н.П. Данилов, А.Е. Аргымбаева // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2015. – № 2.
5. Шлейкин, А.Г. Влияние трансглутаминазы на связывание сывороточных белков [Текст] / А.Г. Шлейкин, Н.П. Данилов, Л.В. Красникова // Пищевая промышленность. – 2009. – №7. – С. 9.
6. Шлейкин, А.Г. Технологические и медико-биологические аспекты действия трансглутаминазы [Текст] / А.Г. Шлейкин, Н.П. Данилов, Т.А. Шарапова // Известия Санкт-Петербургского государственного университета низкотемпературных и пищевых технологий. – 2009. – №3/4. – С. 47-49.
7. Шлейкин, А.Г. Эволюционно-биологические особенности трансглутаминазы [Текст] / А.Г. Шлейкин, Н.П. Данилов // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. – 2011. – Т. 47, № 1. – С. 3-14.
8. Шлейкин, А.Г. Ферментативная биоконверсия белков пищевых систем в производстве творога [Текст] / А.Г. Шлейкин, Н.П. Данилов // Молочная река. – 2016. – №4 (60). – С. 38-40.
9. Шлейкин, А.Г. Особенности применения трансглутаминазы в переработке молока [Текст] / А.Г. Шлейкин, Н.П. Данилов // Вестник Международной академии холода. – 2015. – №3. – С. 13-18.
10. Griffin, M., Cassadio, R., Bergamini, C.M. Transglutaminases: Nature's biological glues. // *Biochem. J.* – 2002. – P. 377-396.
11. De Jong, G.A.H., Wijngaards, G., Koppelman, S.J. Transglutaminase inhibitor from milk. // *Journal of Food Science.* – 2003. – P. 820-825.
12. Dickinson, E., Yamamoto, Y. Rheology of Milk Protein Gels and Protein-Stabilized Emulsion Gels Cross-Linked with Transglutaminase. // *J. Agric. Food Chem.* – 1996. – P. 1371-1377.
13. Flanagan, J., Gunning, Y., FitzGerald, R. J. Effect of crosslinking with transglutaminase on the heat stability and some functional characteristics of sodium caseinate. // *Food Research International.* – 2003. – P. 267-274.
14. Lorenzen, P.Chr., Neve, H., Mautner, A., Schlimme, E. Effect of enzymatic cross-linking of milk proteins on functional properties of set-style yoghurt. // *International Journal of Dairy Technology.* – 2002. – P. 152-157.
15. Lorenzen, P.Chr., Mautner, A., Schlimme, E. Effect of enzymatic crosslinking of milk proteins on the resulting properties of yoghurt products. // *Kieler Milch wirtschaftliche Forschungsberichte.* – 1999. – P. 89-97.

Материал поступил в редакцию 12.12.16.

**Д.С. Яковлев, А.Г. Шлейкин**

*ИТМО университети, Санкт-Петербург қ., Ресей Федерациясы*

### **ТРАНСГЛУТАМИНАЗА – СОҢҒЫ ЖЕТІСТІКТЕР МЕН ЖАҢА КӨЗДЕРІ**

Трансглутаминаза ферментінің қасиеттері мен оны тамақ өнеркәсібінде түрлі ақуыздарды біріктіру үшін пайдалану ерекшеліктері, сондай-ақ фермент әсерінен бірігетін ақуыздар қасиеттерінің өзгеруі қарастырылған. Микробты трансглутаминазаны бөліп алу мысалдары мен оны тамақ өнеркәсібінде



қолдану мүмкіндіктері келтірілген. Трансглутаминаза әсерінен өзгеріске ұшырайтын қасиеттер тізімі құрылған. Микробты трансглутаминазаны құрылымдағыш агент және «тағамдық желім» ретінде қасиеттері берілген тамақ өнімдерін алу үшін пайдалану өзектілігі айтылған.

**Түйін сөздер:** трансглутаминаза, құрылымдағыш агент, ақуыздар, биополимерлер, ковалентті байланыс, пептидті тізбек, ферментативті өңдеу.

**D.S. Yakovlev, A.G. Shleikin**

*IFMO University, Saint Petersburg, Russian Federation*

### **TRANSGLUTAMINASE: RECENT ADVANCES AND NEW SOURCES**

The properties of the transglutaminase enzyme and use of them in the food industry for crosslinking the different types of proteins, as well as changes of the properties of crosslinkable proteins by an enzyme are studied. Examples of isolation of microbial transglutaminase and advantages of its use in the food industry are given. A list of properties that change under the influence of transglutaminase is composed. The urgency of using microbial transglutaminase as a crosslinking agent and an "edible glue" for food products with the desired properties are noted.

**Keywords:** transglutaminase; MTG; biopolimeres; peptide chain; enzyme; covalent bounds.

УДК 664.7 : 664.66: 664:68

**Н.А. Горбатовская<sup>1</sup>, Е.Н. Шоя<sup>2</sup>, Ж.М. Қалыбекова<sup>3</sup>**

*<sup>1</sup>Канд. техн. наук, профессор, <sup>2</sup>Магистр, <sup>3</sup>Студент  
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати,  
г. Тараз, Республика Казахстан  
Электронная почта: <sup>1</sup>gna.06@mail.ru, <sup>2</sup>katerina\_333@inbox.ru*

### **ПОВЫШЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ С НИЗКИМ СОДЕРЖАНИЕМ КЛЕЙКОВИНЫ**

Представлена народно хозяйственная значимость зерна пшеницы, как основного сырья для переработки в мукомольной, крупяной и комбикормовой промышленности. Отмечены причины снижения качества зерна и затруднения использования продуктов его переработки в хлебопечении и других сферах пищевой промышленности. Предлагаются рациональные способы использования зерна пшеницы с пониженным содержанием клейковины в производстве хлеба, мучных кондитерских изделиях лечебно-профилактического и функционального назначения, что позволит повысить коэффициент использования зерна пшеницы в целенаправленной переработке.

**Ключевые слова:** зерно, мука, коэффициент использования зерна, качество, клейковина, цельносмолотое зерно, хлеб, мучные кондитерские изделия, биологически активные вещества.

Казахстан всегда относился и относится к одной из основных стран по производству зерна. Аграрная политика в государстве получает постоянную поддержку Президента страны Н.Назарбаева. Уровень производства и обеспеченности населения Республики Казахстан зерном за последние годы составил более 160%. Это подтверждает тот факт, что за последние годы возрастают посевы зерновых культур, увеличилось число крестьянских и фермерских хозяйств, в том числе занимающихся производством зерна и его переработкой. Значительно возросло количество малых и средних предприятий по переработке сельскохозяйственной продукции, в частности по переработке зерна в муку, крупу и другие пищевые продукты.

Из анализа данных за последнее десятилетие наблюдается тенденция увеличения объема внутреннего потребления зерна. Это является результатом роста промышленного использования сырья.

В результате развития зернового хозяйства, перерабатывающей и пищевой промышленности укрепляется системообразующая сфера экономики нашего государства, которая формирует агропродовольственный рынок, экономическую и продовольственную безопасность. Наряду со стратегическими задачами развития АПК стоит немаловажная задача повышения качества зерна и получения на его основе расширенного ассортимента продукции высокой пищевой ценности функционального или лечебно-профилактического назначения с внедрением инновационных технологий.

Однако, несмотря на вышеприведенные положительные результаты по обеспечению страны зерновыми ресурсами, острой проблемой остается качество производимого зерна и обеспечение населения пищевой продукцией, отвечающей полной безопасности.

Следует отметить, что уровень качества производимого зерна желает быть лучшим, как по мукомольным так и по хлебопекарным свойствам. Снижение качественных показателей зерна связано со многими факторами. В первую очередь с подготовкой семенного фонда (обработкой семян), надлежащего ухода за посевными площадями (севооборот, внесение удобрений, полив и т.д.), во-вторых со своевременным посевом и уборкой урожая. Несколько десятилетий назад все эти мероприятия проводились под контролем государственных служб. Существовали семяобработывающие предприятия, контролировалось состояние почв, проводились агротехнические мероприятия по повышению плодородия почв, учитывались при посевах сортовые особенности зерновых для определенного региона. К сожалению на сегодняшний день многие из этих мероприятий канули в лета. Сократилось и наличие оснащенных производственных лабораторий по определению качества посевного материала, последующего качества урожая. А провести все эти виды подготовки для зерновых хозяйств слишком накладно. В результате – хороший урожай не всегда может быть подтвержден высоким качеством зерна по отдельным показателям. Раньше такое зерно называли некондиционным и отправляли его на комбикормовые заводы. Сейчас, когда за собранным урожаем стоят невероятные усилия и затраты, которые не всегда радуют производителя, необходимо помочь им в решении проблемы – как рационально использовать зерно, не отвечающее отдельным требованиям по показателям качества, но пригодного для производства пищевых продуктов.

В научно-исследовательскую лабораторию инженерного профиля «Наноинженерные методы исследования» им. А.С.Ахметова часто

обращаются фермеры зерновых хозяйств помочь им в определении качества зерна нового урожая (к сожалению, у нас нет семенной лаборатории). И нами выносится «вердикт» – низкое содержание клейковины и ее качество, низкая натура, высокая засоренность зерновой массы, много щуплого или недоразвитого зерна, поврежденного вредителями и т.д.

Например, от отдельных зерноводческих хозяйств Жамбылской области получено зерно нового урожая, показатели качества которого представлены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели качества зерна пшеницы урожая 2016 года

Наименование показателей	В соответствии с СТ РК 1046-2008 «Пшеница. Технические условия»	Образец №1	Образец №2
Состояние	в здоровом, не греющемся состоянии		
Цвет	нормальный, свойственный здоровому зерну		
Запах	свойственный здоровому зерну пшеницы, без плесневелого, солодового, затхлого, полынного, головневового и других посторонних запахов		
Натура, г/л не менее	710	750	697
Массовая доля сырой клейковины, % не менее	23,0	27	12
Качество клейковины, единиц ИДК или индекс клейковины, единиц	20-100	52	97
Массовая доля белка, % на сухое вещество, не менее	11,5	13,0	12,3
Число падения, с, не менее	160	215	196
Зерновая примесь, % не более	15,0	5,9	3,1
в том числе испорченные зерна, % не более	1,0	-	-
Сорная примесь, %, не более, в том числе трудноотделимая примесь, %, не более	5,0	3,7	5,0
	в пределах ограничительной нормы содержания сорной примеси	-	-
Головневые зерна, %, не более	10,0	-	-
Зараженность вредителями	не допускается, кроме зараженности клещом не выше II степени	отсутствует	отсутствует

Сравнение показателей качества зерна проводили в соответствии с требованиями СТ РК 1046-2008 «Пшеница. Технические условия» по данным технических требований пшеницы *Triticum aestivum* L 3 класса [1]. Из данных таблицы видно, что первый образец зерна пшеницы фактически соответствует пшенице третьего класса, а по клейковине ближе ко второму классу. Показатели качества второго образца соответствуют данным четвертого класса. Однако, низкие значения количества и качества клейковины не позволяют оценить зерно и как четвертый класс.

Большое значение для оценки зерна пшеницы имеет содержание клейковины и ее качество, так как именно этот показатель тесно связан с хлебопекарными достоинствами. Как быть, если низкое содержание клейковины и качество ниже третьей или четвертой группы? Чтобы компенсировать потери хозяйственников и не пускать зерно на фуражные цели, необходимо найти альтернативные способы переработки такого зерна на пищевые цели.

На сегодняшний день одними из основных пользователей пшеничной и ржаной муки являются хлебопекарные предприятия. Хлебозаводы и пекарни страны вырабатывают хлеб в большом ассортименте, требуемом количестве и качестве. Хотя структура ассортимента, несмотря на значительные изменения форм собственности хлебопекарен, практически не меняется и в основном 80% общей выработки хлебобулочных изделий составляет хлеб формовой и подовый, остальное – батоны, багеты, хлеб с различными добавками и другие хлебобулочные изделия. В основном используется традиционная пшеничная мука высшего, первого сортов. Почти прекратилось производство дешевого хлеба из муки второго сорта. Но, за последнее десятилетие потребление такого хлеба стало снижаться, в ассортимент продукции прочно входит хлеб и хлебобулочные изделия функционального и лечебно-профилактического назначения. Применяются добавки из не хлебопекарных видов муки злаковых и бобовых культур, различное плодое, овощное дополнительное сырье, семена масличных культур для повышения пищевой ценности и восполнения дефицита белков, витаминов, микроэлементов и многих других нутриентов. Особую значимость стали уделять наличию в хлебобулочных изделиях пищевых волокон. Для этой цели чаще стали использовать муку грубого помола, муку из цельного зерна, обойную, используются полизлаковые смеси муки. В США, странах западной Европы ассортимент хлеба значительно изменился в сторону выработки изделий из муки грубого помола, которая сохраняет в себе практически все биологически активные вещества, необходимые для здоровья человека [2, 3].

Одним из направлений, которое разрабатывается в настоящее время в НИЛИП «НИМИ им. А.С. Ахметова» является разработка рецептуры и технологии пшеничного хлеба из муки с низким содержанием клейковины и качеством, используя биотехнологические процессы, улучшители качества клейковины и другие натуральные добавки, с целью расширения ассортимента хлеба и его функциональной и лечебно-профилактической направленности, как продукта массового спроса.

Другим направлением исследований является разработка рецептуры и технологии производства мучных кондитерских изделий с использованием зерна пониженного качества. В производстве мучных кондитерских изделий на предприятиях используется сортовая хлебопекарная мука, которая по своим специфическим показателям качества не всегда соответствует требованиям кондитерского производства (по клейковине, силе муки,

крупности и т.д.), а, например, для производства сахарного печенья требуется мука 1 сорта с низким содержанием клейковины и средней или слабой по силе. Кроме того, в сортовой муке высшего, первого сортов при традиционных помолах в готовой продукции остается незначительная часть важных компонентов: витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон, белковых веществ и других микронутриентов. Поэтому переработка зерна с низким содержанием и слабой клейковиной в муку вполне может быть оправдана использованием ее в мучном кондитерском производстве.

Все вышеизложенное, указывает на то, что зерно является дорогим сырьем, которое в общих затратах на производство муки и других зернопродуктов составляет 90%. В связи с этим, его важно использовать с наивысшей эффективностью и целесообразностью.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СТ РК 1046-2008 «Пшеница. Технические условия» [Текст]. – 2008.
2. Оспанов, А.А. Технология производства полизлаковых продуктов [Текст]: учебник / А.А. Оспанов, А.К. Тимурбекова, Н.Ж. Муслимов, Г.Б. Джумабекова. – Алматы: ТОО «Нур-Принт», 2013. – 298 с.
3. Нилова, Л.П. Товароведение и экспертиза зерномучных товаров [Текст]: учебник / Л.П. Нилова. – СПб: ГИОРД, 2005. – 416 с.

*Материал поступил в редакцию 24.11.16.*

**Н.А. Горбатовская, Е.Н. Шоя, Ж.М. Қалыбекова**

*М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті,  
Тараз қ., Қазақстан Республикасы*

#### **ЖЕЛІМТЕГІ АЗ БИДАЙ ДӘНІН ПАЙДАЛАНУ КОЭФФИЦИЕНТІН ЖОҒАРЫЛАТУ**

Бидай дәнінің ұн, жарма және комбикорм өнеркәсіптері үшін өңделетін негізгі шикізат ретіндегі маңызы көрсетілген. Дәннің сапасының төмендеу себептері және одан өңделген өнімдерді наубайхана және басқа да тамақ өнеркәсібінің салаларында пайдалану қиындықтары айтылған. Желімтегі аз бидай дәнін нан, емдік және функционалдық мақсаттағы ұнды кондитер өнімдерін өндіру кезінде пайдаланудың тиімді тәсілдері ұсынылған. Бұл шаралар мақсатты өңдеу ісінде бидай дәнінің пайдалану коэффициентін жоғарылатуға мүмкіндік берері сөзсіз.

**Түйін сөздер:** дән, ұн, дәннің пайдалану коэффициенті, сапа, желімтек, бүтін тартылған дән, нан, ұнды кондитер өнімдері, биологиялық белсенді заттар.

**N.A. Gorbatovskaya, Y.N. Shoya, Zh.M. Kalybekova**

*Taraz State University named after M. H. Dulati, Taraz, Kazakhstan*

#### **INCREASING UTILIZATION RATES OF WHEAT GRAIN WITH LOW GLUTEN**

An economic significance of wheat as the main raw material for processing into flour, cereals and animal feed industries is submitted. Reasons for the decline

of grain quality and difficulty of using its products in bakery and other areas of the food industry are noted. The rational ways to use wheat with reduced gluten in the bakery and pastry products of therapeutic and preventive and functional purpose, which will increase the rate of wheat used in a targeted processing are presented.

**Keywords:** grain, flour, grain coefficient of use, quality, gluten, whole-grain breads, pastries, biologically active substances.

UDC 664.87:664.78

N.A. Gorbatovskaya<sup>1</sup>, Y.N. Shoya<sup>2</sup>, Ye.I. Atenov<sup>3</sup>, N.V. Ivannikova<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Candidate of Technical Sciences, Professor, <sup>2,3</sup>Master, Engineer, <sup>4</sup>Master, Teacher  
Taraz State University named after M. H. Dulati, Taraz, Kazakhstan  
<sup>1</sup>gna.06@mail.ru, <sup>2</sup>katerina\_333@inbox.ru, <sup>3</sup>yer\_at@mail.ru, <sup>4</sup>natika.77@mail.ru

### GRAIN KISSELS OF FUNCTIONAL USE

The possibility of using grain raw materials in the production of dry food kissels concentrates is considered. The recipes of kissels concentrates are developed. The possibility of further enrichment of kissels by fruit raw materials is studied. The quality of dry and dissolved kissels is researched. The results of the tasting evaluation of the quality of test samples of fruit kissels are presented.

**Keywords:** food concentrates, a grain basis, fruit additives, organoleptic quality assessment of tasting.

The popularity of instant food concentrates is characterized by speed and ease of their use, a high concentration of nutrients and high digestibility as well as ability to be stored for a long time without compromising on quality.

In the research laboratory “Nanoengineering methods of research named after A.S. Akhmetov” of M.Kh. Dulati Taraz State University conducted researches aimed at the development of recipes and technological parameters of production kissels concentrates of special purpose on the base of cereal.

Selection of cereals is justified their rich chemical composition, useful properties for the body and the ability to form a viscous substance.

As an additional component used fruit raw materials that will change the organoleptic characteristics, and to improve the nutritional value of the concentrate and the finished kissels, corn starch and sweetener – fructose [1].

For the development of the recipe of the food kissels concentrate was selected and prepared the main raw material – oat, barley and corn flour, chopped fruit, starch and fructose. For inclusion to the recipe of kissels concentrate fruit fortifier is necessary to determine the optimal ratio of cereal base and cornstarch.

The possibility of cornstarch with respect to cereal-based flour in the ratio of 1: 1, 1: 2, 1: 3, 1: 4, 1: 5 organoleptic method is investigated [2].

Experimentally was found that the optimal ratio of cereal base and the corn starch is 1: 5, when the consistency of jelly became kissels shaped, full solubility and taste pleasant.

Adding fructose was calculated from the technological advice of using sugar substitutes. As fructose is sweeter than sucrose in a twice, respectively, making it reduced in half.

Adding citric acid is not provided because introduction of fruit raw materials, which has in its composition a large number of organic acids [3].

Kissels food concentrates technology consists of raw material preparation, dosing, mixing, packaging and storage with the subsequent realization.

Studies has shown that the developed dry food concentrates kissels with cereal based powders making fruit in an amount of from 5 to 20% is the dry product with high quality characteristics. On the base of organoleptic analysis founded the formation of a small amount of caked aggregates when fruit powder in an amount of 15-20% was included. This can be explained by fine grinding of components that permitted under the standard for sweet food concentrates. This disadvantage can be eliminated if the concentrate is subjected to granulation and briquetting.

The results of organoleptic evaluation of dry concentrates on cereal-based kissels can make a conclusion that the most optimal dosages making fruit base are 15-20%. This is explained that the grain disappears taste and flavor concentrates proposed, no adverse change in appearance and color.

Analysis of the results showed that the including of fruit additives in an amount of 20% does not degrade the quality of the finished dry concentrates. For a more accurate determination of the optimum ratio of grain, fruit base and the corn starch is necessary to examine organoleptic quality of dissolved kissels.

For the preparation of drinking (dissolved) kissels dry concentrate is mixed with the recommended amount of water temperature of 95-100°C.

We investigated such factors as appearance of diluted concentrate, its consistency and flavor and aroma characteristics. Studies have shown that increasing the dosage of introduced fruit powders affects the consistency of kissels. There is a dilution of the consistency of oatmeal when making apricot and apple powder in the amount of 20%. Adding 20% cherry powder had no effect on the state of consistency.

Enrichment of barley concentrates should be performed apricot powder, the maximum of which is the introduction of 15%. With increasing dosage observed consistency dilution. Adding apple and cherry powder is allowed in an amount of 10%, an increase in insertion amount of these additives lead to significant changes in the quality of the finished product.

Corn concentrates are more dense, among consideration of all the above, this is due to a large number of total starch. Adding apricot powder contributed liquefaction consistency at an amount greater than 15%. Using cherry powder also affected the dilution of consistency with the introduction of more than 15%. On the flavor indices making apricot and cherry powder is not affected.

Together with the organoleptic evaluation, prepared from the developed concentrate, kissels tasting with an estimate of palatability on a 10-point scale. The tasting assessment investigated kissels, oat, barley and corn for 3 recipes for every kind of fruit with the introduction of powders 10-20% in comparison with samples without fruit flavors.

In carrying out the tasting evaluation took part 23 respondents. Their structure includes leading teachers of the department "Technology of food products, processing industries and biotechnology", lab engineers, students and master students.

The tasters evaluated the appearance and palatability (taste, smell, texture) and noted the high quality characteristics in oat and corn kissels with various fruit flavors. Figure 1 graphically presents the results of the tasting oatmeal with the introduction of fruit powder in an amount of 10-20%.

Analysis of the data showed that the oatmeal with the introduction of 20% cherry powder has a pleasant taste and texture matches kissel product. The tested kissels had a pink color and a distinct taste and aroma of cherries.

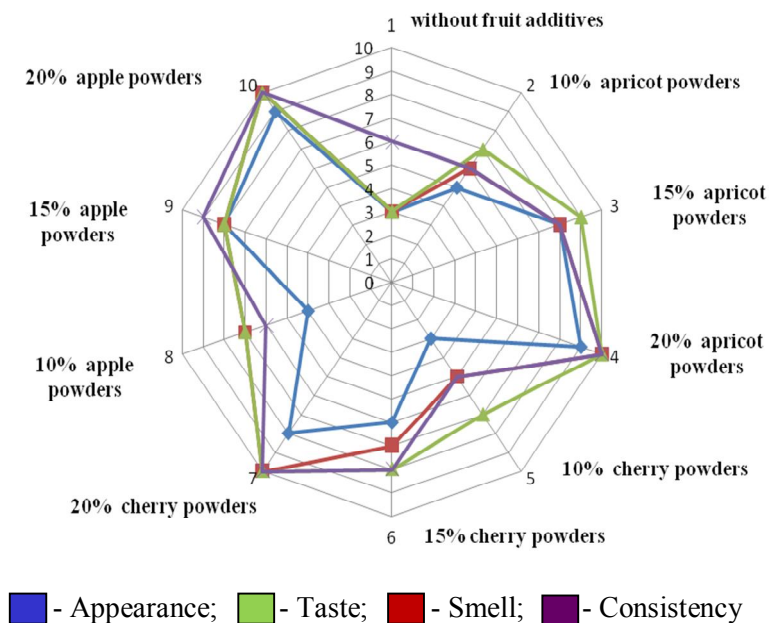


Fig. 1. Tasting score oat kissels with the introduction of fruit additives

Tasting score barley kissels (Fig. 2) shows the most appropriate use of the apricot fruit filling with optimal dosage of 15%. Ready kissels is a kissels-shaped yellow product with a strong apricot taste and smell.

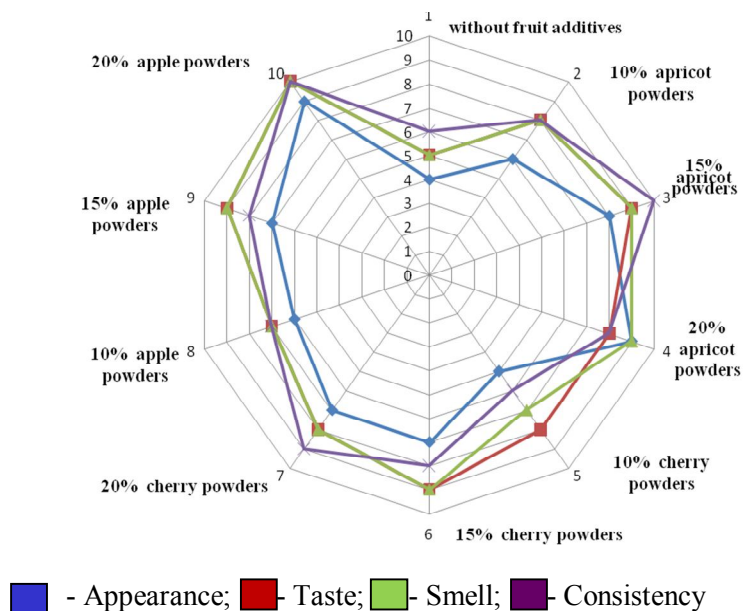


Fig. 2. Tasting score barley kissels with the introduction of fruit additives



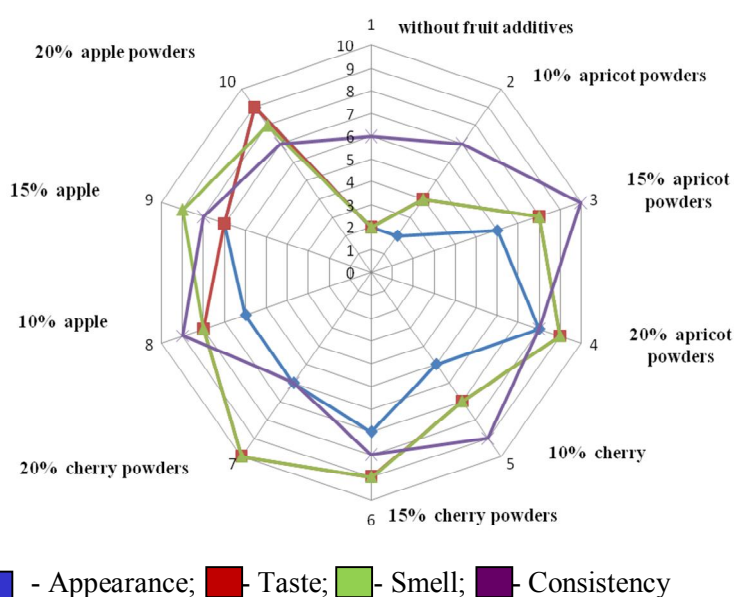


Fig. 3. Tasting score corn kissels with the introduction of fruit additives

In assessing the corn kissels (Fig. 3) tasters noted the compatibility of corn base and raw apple. Kissel with the introduction of 20% apple powder was characterized by high quality performance. The proposed product has a yellowish tint, light aroma and a pleasant apple flavor.

Studies have confirmed the correctness of the chosen component ratio of recipes of kissels concentrates of special purpose on the basis of crops c additional enrichment of functional food fruit raw materials (apricot, cherry and apple powders), technological parameters and modes of production, allowing to preserve the biologically active end-product components, as well as the optimum ratio cereal and fruit base to improve the nutritional value of the products offered.

#### REFERENCES

1. Бугаец, И.А. Разработка рецептур пищевых концентратов сладких блюд [Текст] / И.А. Бугаец, А.В. Сидоренко, Н.А. Бугаец // Материалы VIII Региональной научно-практической конференции молодых ученых «Научное обеспечение агропромышленного комплекса». – Краснодар, 2006.
2. Драпкина, Г.С. Производство обогащенных быстрорастворимых гранулированных продуктов [Текст] / Г.С. Драпкина [и др.] // Продукты питания и рациональное использование сырьевых ресурсов: Сборник научных работ. – 2005. – Вып. 10. – С 48-49.
3. Бугаец, И.А. Обогащение витамином С концентратов сладких блюд функционального назначения [Текст] / И.А. Бугаец, М.Ю. Тамова, Н.А. Бугаец, В.Б. Чен // Известия вузов. Пищевая технология. – 2008. – №1. – С.68-69.

Material received 15.12.16.

**Н.А. Горбатовская, Е.Н. Шоя, Е.И. Атепов, Н.В. Иванникова**

*М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті,  
Тараз қ., Қазақстан Республикасы*

### **ФУНКЦИОНАЛДЫҚ МАҚСАТТАҒЫ ДӘНДІК КИСЕЛЬДЕР**

Дәнді дақылдарды кисельдердің құрғақ тағамдық концентраттарының өндірісі кезінде пайдалану мүмкіндігі қарастырылған. Кисельдер концентраттарының рецептуралары жасалған. Кисельдерді жемісті шикізатпен қосымша байыту мүмкіндігі зерттелген. Құрғақ және ерітілген кисельдер сапасы анықталған. Жемісті кисельдер үлгілерінің сапасын дегустациялық бағалау нәтижелері келтірілген.

**Түйін сөздер:** тағамдық концентраттар, дәндік негіз, жемісті қоспалар, органолептикалық сапа бағалауы, дегустация.

**Н.А. Горбатовская, Е.Н. Шоя, Е.И. Атепов, Н.В. Иванникова**

*Таразский государственный университет имени М.Х. Дулати,  
г. Тараз, Республика Казахстан*

### **ЗЕРНОВЫЕ КИСЕЛИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Рассмотрена возможность применения зернового сырья в производстве сухих пищевых концентратов киселей. Разработаны рецептуры концентратов киселей. Изучена возможность дополнительного обогащения киселей фруктовым сырьем. Исследовано качество сухих и растворенных киселей. Представлены результаты дегустационной оценки качества пробных образцов фруктовых киселей.

**Ключевые слова:** пищевые концентраты, зерновая основа, фруктовые добавки, органолептическая оценка качества, дегустация.

## ТЕХНОЛОГИИ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УДК 677.21.021

**Р.А. Гуляев***Д-р техн. наук**Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,**г. Ташкент, Узбекистан**E-mail: rgsifat@gmail.com*

### КОМПЛЕКСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УВЛАЖНЕНИЯ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ХЛОПКОЗАВОДА

Разработана комплексная технология увлажнения волокнистых материалов, предусматривающая применение новых конструкций увлажнителя хлопка-сырца перед джигированием, увлажнителя хлопкового волокна перед прессованием, генератора агента увлажнения, обеспечивающих высокую равномерность увлажнения волокнистой массы и необходимый прирост влажности. Проведено изучение альтернативных агентов увлажнения, обладающих антисептическими и бактерицидными свойствами. Предложены способы увлажнения волокнистых материалов с применением электрохимически активированных и солевых растворов.

**Ключевые слова:** хлопковое волокно, хлопок-сырец, увлажнение, увлажнитель, увлажняющий агент, комплексная технология.

Хлопковое волокно является важнейшим стратегическим товаром мировой торговли. По информации международного консультативного комитета по хлопку (ICAC) мировое производство хлопкового волокна в сезоне 2014/15 года достигло 26,2 млн. тонн. Мировыми лидерами в области производства хлопкового волокна являются Индия и КНР, на долю которых приходится соответственно 24,8% и 24,7% объемов производства. Доля в мировом производстве США составляет 13,5%, Пакистана – 8,8%, Бразилии – 5,8%. Республика Узбекистан с общемировой долей 3,8% является шестым крупнейшим производителем хлопкового волокна. Республика является важнейшим поставщиком хлопкового волокна на мировой рынок и занимает пятое место по его экспорту [1].

Высокий уровень конкуренции на мировом хлопковом рынке, появление более современного, технологичного и скоростного текстильного оборудования, необходимость получения высококачественной и конкурентоспособной текстильной продукции приводит к ужесточению требований к качеству хлопкового волокна. В связи с этим важнейшей задачей предприятий хлопкоочистительной промышленности является улучшение потребительских свойств и повышение спроса на узбекское волокно с заданными качественными характеристиками путем совершенствования технологии переработки хлопка [2].

Показатели влажности хлопка-сырца и хлопкового волокна являются одними из важнейших факторов, влияющих на технологический процесс первичной переработки хлопка, начиная от процесса комплектования и хранения заготавливаемого хлопка-сырца, и заканчивая прессованием хлопкового волокна в кипы. В связи с этим, для кондиционирования хлопкового волокна по влажности на хлопкозаводах республики внедряется комплексная технология поэтапного увлажнения хлопка-сырца и хлопкового волокна.

Создание комплексной технологии увлажнения хлопка-сырца и хлопкового волокна остается одной из самых актуальных и злободневных задач отечественной хлопковой промышленности. Анализ текущего оснащения хлопкозаводов средствами увлажнения волокнистой продукции показал, что практически ни на одном заводе нет серийно изготовленных увлажнителей хлопка-сырца и хлопкового волокна. Формирование, в результате неэффективной работы самодельных устройств, переувлажненных участков хлопкового волокна и последующий процесс самосогревания в кипах создают благоприятные условия для развития бактериальной микрофлоры, приводят к порче, биологическому повреждению, изменению цвета и ухудшению некоторых других показателей качества волокна в процессе его хранения в кипах. Стремление волокна в кипах к равновесной влажности, и возникающее в связи с этим уменьшение массы нетто, могут вызвать предъявление рекламаций по массе со стороны покупателей. В целом данные негативные явления могут отрицательно отразиться на репутации и конкурентоспособности узбекского хлопка на мировом рынке.

Проведенные, на основе данных электронных баз внешнеторговых компаний Министерства внешних экономических связей, инвестиций и торговли Республики Узбекистан [3], статистические исследования состояния увлажнения хлопкового волокна на хлопкозаводах Республики Узбекистан за хлопковые сезоны 2006-2014 годов выявили, что в основном, волокно, производимое ими имеет влажность ниже нормы минимального показателя, установленного государственным стандартом O'zDSt 604 [4] в 5%, и существенно ниже норм Технологического регламента первичной переработки хлопка ПДИ 30-2012 [5], установленных в 7,5% и 8,5% для высоких и низких сортов соответственно.

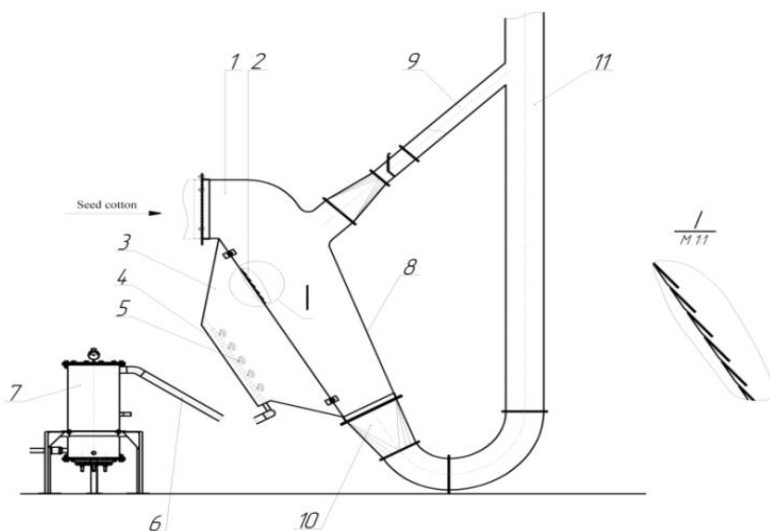
Необходимо отметить, что нерешенность вопроса увлажнения хлопка-сырца и хлопкового волокна в отечественной практике оборачивается существенными убытками для хлопкоочистительных заводов. Только сумма скидок с цены за пониженную влажность, уплаченная хлопкозаводами по итогам сезона 2012 года составила 25,2 млрд.сум, 2013 года – 29,3 млрд.сум, 2014 года – 11,1 млрд.сум.

Напротив, внедрение комплексной технологии увлажнения волокнистого материала на хлопкоочистительных заводах способно обеспечить сохранение природных свойств материала при первичной обработке и длительном хранении, улучшить показатели качества и, соответственно, увеличить стоимость его реализации. Повышение влажности волокна перед прессованием до нормируемых параметров позволит облегчить процесс прессования, повысить объемную плотность волокна в кипах, исключить скидки с цены за пониженную влажность и повысить стоимость реализации хлопкового волокна по массе нетто.

Достичь одновременного и равномерного прироста влажности в несколько процентов в одной точке технологического процесса не позволяет

ни одна из существующих в мире технологий увлажнения волокнистого материала. В связи с этим, имеет место необходимость в разработке комплексной поэтапной технологии увлажнения хлопка-сырца перед джинированием и хлопкового волокна перед прессованием.

Принимая во внимание результаты проведенных ранее исследований, базируясь на опыте эксплуатации существующих увлажнителей, была разработана и внедрена новая конструкция увлажнителя хлопка-сырца. Увлажнитель располагается на выгрузочном лотке очистительного агрегата УХК (1ХК). Устройство (рис. 1) содержит бункер 1, стенка которого, со стороны движения потока хлопка-сырца, выполнена в виде жалюзийной решетки 2, с внешней стороны, перед решеткой 2 установлена камера 3 для подачи теплового влагоагента, на нижней стенке 4 которой последовательно установлены форсунки 5, соединенные трубопроводом 6 с автономно установленным генератором агента увлажнения 7. На противоположной стенке 8 бункера 1 размещен патрубок 9 для отсоса теплового влагоагента, соединенный с пневмопроводом 11. Нижняя часть бункера 1 соединена эжекционной воронкой 10 с пневмопроводом 11 для транспортирования увлажненного потока хлопка-сырца на батарею джинов.



1 – бункер; 2 – жалюзийная решетка; 3 – камера для подачи теплового влагоагента; 4 – нижняя стенка бункера; 5 – форсунки; 6 – трубопровод; 7 – парогенератор; 8 – верхняя стенка бункера; 9 – патрубок для отсоса теплового влагоагента; 10 – эжекционная воронка; 11 – пневмопровод.

Рис. 1. Общий вид предлагаемой конструкции увлажнителя хлопка-сырца (вариант №2)

Описанное выше устройство для увлажнения хлопка-сырца перед джинированием защищено Патентом Республики Узбекистан №FAP 00957 «Устройство для увлажнения хлопка-сырца» [6].

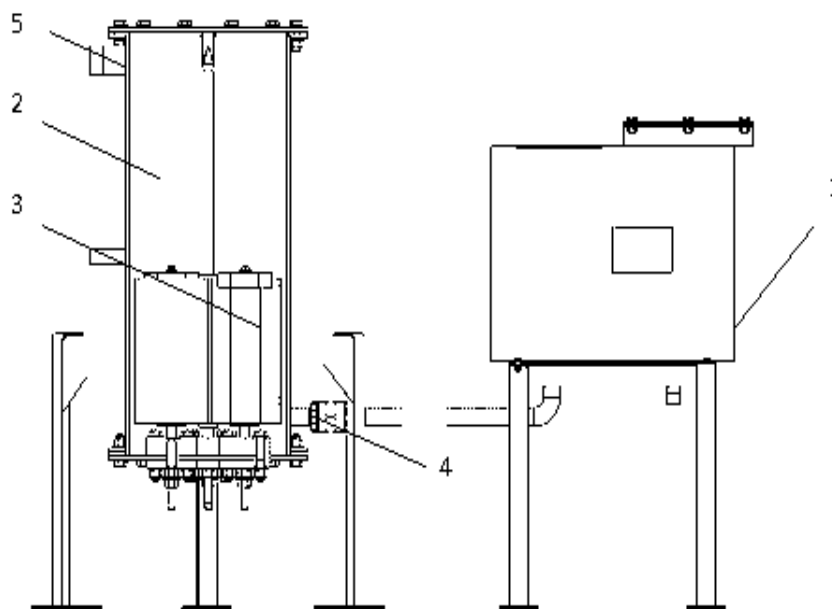
Разработка устройства для увлажнения хлопка-сырца в варианте с автономным генератором агента увлажнения, поставила задачу изыскания оптимальной конструкции парогенератора, способного обеспечить подачу влагоагента с высокой степенью влагосодержания. В целях реализации способа увлажнения хлопка-сырца и волокна путем сорбции влаги из воздуха

с высоким влагосодержанием в АО «Пахтасаноат илмий маркази» лабораторией тепломассообмена был разработан новый генератор агента для увлажнения хлопка-сырца и хлопкового волокна.

Разработанный генератор агента увлажнения представляет собой устройство электродного типа, обеспечивающее выработку агента, состоящего из смеси пара и взвешенных в нём мелкодисперсных частиц воды (т. е. «мокрого» пара). Производительность парогенератора составляет 0,75 л/мин или 45 л/час. Температура вырабатываемого пара составляет порядка 140°C, относительная влажность близка к 100%. При смешивании с окружающим воздухом, образуется паровоздушная смесь с температурой около 70 °C и относительной влажностью 80-85%. Соответственно удельный вес водяного пара  $\gamma_n$  в агенте увлажнения составляет порядка 157,78 г/м<sup>3</sup>.

Установка (рис. 2) состоит из питателя генератора водой с прерывателем потока воды поплавкового типа 1, генератора увлажняющего агента 2 и шкафа электроуправления (не показан).

Генератор агента увлажнения устанавливается на максимально близком расстоянии от места подачи влаги на материал. Генератор 2 является основным функциональным узлом установки. В центре генератора установлены электроды 3, соединенные с ее корпусами посредством проходных изоляторов в виде цилиндрического диска из электроизоляционного тепло-влагостойкого материала. Питатель 1 соединяется с генератором 2 с помощью труб Ду15 (1/2") через патрубок 4 и по высоте размещается так, чтобы верхний уровень воды в нем не превышал верхний уровень воды генератора 2. Отвод выработанного агента увлажнения происходит через патрубок 5 [7].



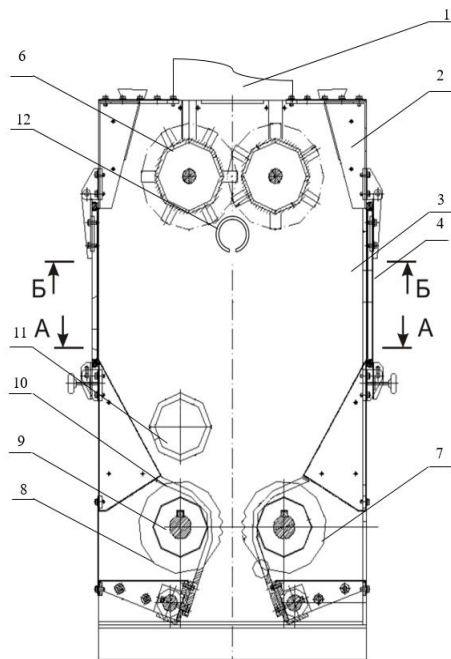
1 – питатель воды с прерывателем потока воды поплавкового типа; 2 – генератор агента увлажнения; 3 – электроды; 4 – нижний патрубок; 5 – верхний патрубок.

Рис. 2. Схема генератора агента увлажнения

Применение технологии увлажнения хлопка-сырца, позволяет обеспечить эффективную работу технологического оборудования джинно-линтерного цеха хлопкозавода. Приведенные ранее результаты исследований указывают на то, что джинирование хлопка-сырца в интервале массового отношения влаги 7,5-8,5% положительно влияет не только на параметры работы технологического оборудования, но и обеспечивает сохранение физико-механических и природных свойств хлопкового волокна и семян хлопчатника, способствует повышению объемов их валового производства.

Однако, локальное применение технологии увлажнения хлопка-сырца перед джинированием не позволяет обеспечить комплексное решение технологии увлажнения волокнистых материалов в масштабе всего хлопкозавода. Данные экспериментов, свидетельствуют о том, что влажность хлопкового волокна в результате джинирования хлопка-сырца, увлажненного до оптимальных параметров в 7,5%, составляет только 5,2%. Данный уровень влажности далек от параметров технологической влажности хлопкового волокна перед прессованием 7,5-8,5%, установленных Технологическим регламентом первичной переработки хлопка-сырца ПДИ 30-2012 [5].

Результаты проведенных аналитических и теоретических исследований позволили разработать несколько вариантов устройства для увлажнения хлопкового волокна перед прессованием модели УВР, предусматривающее разделение холста волокна, выходящего из-под рифленых барабанов конденсора, на два потока разукрупнённого волокна (кочки), их интенсивное увлажнение агентом увлажнения и последующее обжатие в холст. Общий вид варианта предлагаемого устройства показан на рисунке 3.



1 – конденсор; 2 – направляющие щитки; 3 – камера увлажнения; 4 – продольные стенки камеры; 5 – торцевые стенки камеры; 6 – пара разрыхлительных барабанов; 7 – обжимные валики; 8 – набор зубчатых дисков; 9 – вал; 10 – колосниковая решетка; 11 – распылитель влагоагента; 12 – патрубок отсоса агента увлажнения.

Рис.3. Устройство для увлажнения волокнистого материала УВР

В процессе, волокнистый материал из-под конденсора 1, в виде холста, поступает под воздействие разрыхлительных барабанов 6, которые, вращаясь в противоположных направлениях, протрепывают холст материала, разделяя его на отдельные клочки. Затем клочки материала по направляющим щиткам 2, двумя потоками забрасываются в камеру увлажнения 3, где, проходя ее, подвергаются эффективному воздействию агента увлажнения, подаваемого из распылителей 11 по всему объему камеры 3. Далее, увлажненный волокнистый материал формируется в слой обжимными валиками 7 в нижней части камеры 3. При этом, управление эффективностью процесса увлажнения можно осуществить путем регулирования степени отсоса теплового потока влагоагента в трубке 12 и, как следствие, вентилированием волокнистого материала в камере 3.

На предложенный способ и устройство для увлажнения волокна перед прессованием получен патент Республики Узбекистан на полезную модель №FAP 00390 «Устройство для увлажнения волокнистого материала» [8], а также оформлена заявка на полезную модель Республики Узбекистан №FAP 20150044 «Устройство для увлажнения волокнистого материала».

Приемочные испытания опытного увлажнителя УВР показали его работоспособность в составе технологической линии Букинского хлопкозавода Ташкентской области. Испытаниями установлено, что установка способна обеспечить увлажнение волокна до 1,0-1,5% с обеспечением высокой равномерности по объему. Применяемая технология увлажнения не приводит к ухудшению показателей качества волокна при недопущении увлажнения волокна свыше 8,5%.

Агент увлажнения, представленный обычной водой, при неравномерном увлажнении хлопкового волокна, будет иметь различную концентрацию по объему волокнистого материала. Соответственно, вероятность формирования локальных объемов с влажностью волокна более 8,5%, является весьма высокой. В связи с этим переувлажненные области могут быть подвержены частичному изменению цвета, развитию грибковой и бактериальной микрофлоры.

В этой связи было проведено изучение альтернативных агентов увлажнения, обладающих антисептическими и бактерицидными свойствами.

В работе [9] были изучены сорбционные свойства обычной воды и различных электрически активированных агентов увлажнения при контактном способе увлажнения волокна перед прессованием – анолита, католита и нейтрального анолита. В результате исследований был определен эффективный влагоагент - нейтральный анолит. Было установлено, что применение анолита улучшает сортовые характеристики волокна за счет повышения белизны волокна, а присущие анолиту бактерицидные и дезинфицирующие свойства, способны привести к угнетению жизнедеятельности микробной и бактериальной микрофлоры на поверхности волокон и тем самым предотвратить процессы самосогревания в кипах. На способ увлажнения волокнистого материала с применением электрохимически активированного агента увлажнения получен патент Республики Узбекистан UZIAP 02732 [10].

Недостатком предложенной технологии увлажнения хлопкового волокна с применением электрически активированных агентов увлажнения является необходимость создания и поддержания в эксплуатации дорогостоящих комплексов устройств для активирования используемого агента увлажнения.



В целях поиска менее материалоемких и более простых в эксплуатации способов подготовки влагоагента, были проведены исследования по применению в качестве альтернативного агента увлажнения – солевого раствора.

Полученные результаты свидетельствуют о перспективах применения солевых растворов в качестве агента увлажнения хлопкового волокна. Использование солевых растворов вместо обычной воды позволит избежать нежелательных эффектов ухудшения цветовых и сортовых параметров волокна при частичном переувлажнении локальных участков хлопкового волокна при применении предложенного устройства для увлажнения хлопкового волокна перед прессованием. На способ увлажнения волокнистого материала с применением солевого раствора получен патент Республики Узбекистан UZIAP 03995 [11].

В результате проведенных исследований была разработана комплексная технология увлажнения волокнистых материалов, предусматривающая применение новых конструкций увлажнителя хлопка-сырца перед джинированием, увлажнителя хлопкового волокна перед прессованием, генератора агента увлажнения, обеспечивающих высокую равномерность увлажнения волокнистой массы, необходимый прирост влажности. Предложены способы увлажнения волокнистых материалов с применением электрохимически активированных и солевых растворов. Ожидаемая экономическая эффективность от использования результатов исследований в условиях хлопкозавода мощностью 8000 тонн хлопка-сырца составляет 349,9 млн. сум в год или 43740,67 сум на тонну волокна.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Cotton: World Statistics. Bulletin of the International Cotton Advisory Committee, NY, November 2015. <http://www.ICAC.org>.
2. Рахимов, Ф.Х. Пахта толаси тойларини ўраштизими такомиллашуви ва унинг махсулот экспортига таъсири [Текст] / Ф.Х. Рахимов, К.Ж. Жуманиязов, К.Ш. Каримов, Р.А. Гуляев // Проблемы текстиля. – 2015. – №4. – С. 56-59.
3. Базы данных внешнеторговых компаний Министерства внешних экономических связей, инвестиций и торговли «Узмарказимпэкс», «Узпромашимпэкс», «Узинтеримпэкс».
4. O'z DSt 604:2001 «Волокно хлопковое. Технические условия» [Текст]. – Ташкент: Типография Узстандарта, 2001. – 18 с.
5. Пахтани дастлабки ишлаш мувофиқлаштирилган технологияси ПДИ 30-2012 [Текст]. – Ташкент: Пахтасаноат илмий маркази, 2012.
6. Патент UZ № FAP 00957. Устройство для увлажнения хлопка-сырца [Текст] / Гуляев Р.А., Юлдашов Д.А., Лугачев А.Е., Назиров Р.Р., Мардонов Б.М. // Расмий ахборотнома. – 2014. – №10. – С. [?].
7. Гуляев, Р.А. Разработка генератора агента увлажнения хлопка-сырца и хлопкового волокна. [Текст] / Р.А. Гуляев, Р.Р. Назиров, Ф.Ж. Исанов, А.Е. Лугачев // Механика и технологии. – 2016. – №1. – С.40-45.
8. Патент UZ № FAP 00390. Устройство для увлажнения волокнистого материала [Текст] / Юнусов Р.Ф., Гуляев А.М., Лугачев А.Е., Гуляев Р.А., Имамутдинов М.М. // Расмий ахборотнома. – 2008. – №8. – С.85-86.

9. Гуляев, Р.А. Разработка нового способа увлажнения хлопкового волокна перед прессованием [Текст]: дисс. ... канд. техн. наук. – Ташкент, 2004.
10. Патент UZ № IAP 02732. Способ увлажнения волокнистого материала [Текст] / Гуляев Р.А., Гуляев А.М., Никитин Р.П., Максудов Э.Т., Абрамов Н.В. // Расмий ахборотнома. – 2005. – №3. – С. 152.
11. Патент UZ № IAP 03995. Способ увлажнения волокнистого материала [Текст] / Юнусов Р.Ф., Гуляев А.М., Гуляев Р.А., Никитин Р.П. // Расмий ахборотнома. – 2009. – №8. – С. 37.

*Материал поступил в редакцию 27.07.16.*

**Р.А. Гуляев**

*Ташкент текстиль және жеңіл өнеркәсіп институты, Ташкент қ., Өзбекстан*

### **МАҚТА ЗАУЫТЫНЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ҮРДСІНДЕ ТАЛШЫҚТЫ МАТЕРИАЛДАРДЫ ЫЛҒАЛДАНДЫРУДЫҢ КЕШЕНДІ ТЕХНОЛОГИЯСЫ**

Талшықты материалдарды ылғалдандыру бойынша жасалған кешенді технология қарастырылған. Технология шитті мақтаны жүндеуден бұрын ылғалдандыратын жаңа конструкцияны пайдалануды, тығыздау алдында мақта талшықтарын ылғалдау құрылғысын, ылғалдау агентінің генераторын пайдалануды қамтиды. Бұл талшықты массаның біркелкі ылғалдануын және қажетті ылғалданудың өсуін қамтамасыз ететіні дәлелденді. Антисептикалық және бактерицидтік қасиеттері бар баламалы ылғалдағыш агенттерді зерттеу жүргізілген. Электрохимиялық белсендірілген және тұзды ерітінділерді қолдана отырып талшықты материалдарды ылғалдау тәсілдері ұсынылған.

**Түйін сөздер:** мақта талшығы, шитті мақта, ылғалдандыру, ылғалдағыш, ылғалдауыш агент, кешенді технология.

**R.A. Gulyayev**

*Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Tashkent, Uzbekistan*

### **COMPLEX TECHNOLOGY OF FIBROUS MATERIALS MOISTENING IN THE TECHNOLOGICAL PROCESSE AT COTTON GINNERIES**

The complex technology of fibrous materials moistening, providing using of new designs a humidifier of raw cotton before ginning, humidifier for cotton fiber prior to compression, moisture generator agent, providing high uniformity of the humidification of the pulp and needed moisture boost. Alternative wetting agents with antiseptic and antibacterial properties was studied. The methods of moistening of fibrous materials using electrochemically activated and saline solutions was offered.

**Keywords:** cotton fiber, raw cotton, moistening, devices for humidification, humidification agent, complex technology.

UDC 677.025

**N. Khanhadjaeva***Doctor of Technical Sciences, Docent  
Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Tashkent, Uzbekistan  
E-mail: nilufarkhon@yandex.ru***NEW STRUCTURES AND KNITTING PROCESS  
OF INTERLOCK KNITTED FABRIC**

Different kinds of new interlock structures and ways of its knitting are offered. Interlock is produced mainly on special cylinder and dial circular machines. New structures were knitted and its parameters and properties were analysed. Results of analysis were shown that it is a well-balanced, uniform structure with a softer, fuller handle, greater widthwise relaxation, and more elasticity and air permeability than normal structures.

**Keywords:** knitted fabric, interlock, knitting machines, structure, parameters, surface density, physical-mechanical properties.

As known, textile fabrics can be produced directly from webs of fibers by bonding, fusing or interlocking to make non-woven fabrics and felts, but their physical properties tend to restrict their potential end-usage. The mechanical manipulation of yarn into fabric is the most versatile method of manufacturing textile fabrics for a wide range of end-uses.

There are three principal methods of mechanically manipulating yarn into textile fabrics: interweaving, intertwining and interlooping. All three methods have evolved from hand-manipulated techniques through their application on primitive frames into sophisticated manufacturing operations on automated machinery.

1. *Interweaving* is the intersection of two sets of straight threads, warp and weft, which cross and interweave at right angles to each other. Weaving is by far the oldest and most common method of producing continuous lengths of straight-edged fabric.

2. *Intertwining and twisting* includes a number of techniques, such as braiding and knotting, where threads are made to intertwine with each other at right angles or some other angle. These techniques tend to produce special constructions whose uses are limited to very specific purposes.

3. *Interlooping* consists of forming yarn(s) into loops, each of which is typically released only after a succeeding loop has been formed and intermeshed with it so that a secure ground loop structure is achieved. The loops are also held together by the yarn passing from one to the next.

Knitting is the most common method of interlooping and is second only to weaving as a method of manufacturing textile products. It is estimated that over 7 million tonnes of knitted goods are produced annually throughout the world. Although the unique capability of knitting to manufacture shaped and form-fitting articles has been utilized for centuries, modern technology has enabled knitted constructions in shaped and unshaped fabric form to expand into a wide range of apparel, domestic and industrial end-uses.

Knitted structures are progressively built-up from row after row of intermeshed loops. The newly-fed yarn is converted into a new loop in each needle hook. The needle then draws the new loop head first through the old (fabric) loop, which it has retained from the previous knitting cycle. The needles, at the same

time, release, (*cast-off* or *knock-over*) the old loops so that they hang suspended by their heads from the feet of the new loops whose heads are still held in the hooks of the needles.

A cohesive knitted loop structure is thus produced by a combination of the intermeshed needle loops and yarn that passes from needle loop to needle loop. The knitted loop structure may not always be noticeable because of the effect of structural fineness, fabric distortion, additional pattern threads or the masking effect of finishing processes. However, unless the intermeshing of the loops is securely achieved by the needles receiving new loops of yarn into their hooks before the old loops are 'cast-off', and the ground structure is not fractured during finishing or wear, a breakdown or separation of the structure will result.

The properties of a knitted structure are largely determined by the interdependence of each stitch to its neighbor. The knitted loop structure may not always be noticeable because of the effect of structural fineness, fabric distortion, additional pattern threads or the masking effect of finishing processes. However, unless the intermeshing of the loops is securely achieved by the needles receiving new loops of yarn into their hooks before the old loops are 'cast-off', and the ground structure is not fractured during finishing or wear, a breakdown or separation of the structure will result.

The properties of a knitted structure are largely determined by the interdependence of each stitch to its neighbors on either side and above and below it. Knitted loops are arranged in rows, roughly equivalent to the weft and warp of woven structures. These are termed '*courses*' and '*wales*' respectively.

Four primary structures – plain, rib, interlock and purl – are the base structures from which all weft knitted fabrics and garments are derived. Each is composed of a different combination of face and reverse meshed stitches, knitted on a particular arrangement of needle beds. Each primary structure may exist alone, in a modified form with stitches other than normal cleared loops, or in combination with another primary structure in a garment-length sequence. All weft knitted fabrics are liable to unrove (unravel), or ladder, from the course knitted last, unless special 'locking courses' are knitted, or unless it is specially seamed or finished.

*Interlock* is a special arrangement of needles knitting back-to-back in an alternate sequence of two sets, so that the two courses of loops show wales of face loops on each side of the fabric exactly in line with each other, thus hiding the appearance of the reverse loops.

Interlock has the technical face of plain fabric on both sides, but its smooth surface cannot be stretched out to reveal the reverse meshed loop wales because the wales on each side are exactly opposite to each other and are locked together.

Each interlock pattern row (often termed an '*interlock course*') requires two feeder courses, each with a separate yarn that knits on separate alternate needles, producing two half-gauge 1x1 rib courses whose sinker loops cross over each other. Thus, odd feeders will produce alternate wales of loops on each side and even feeders will produce the other wales.

Interlock relaxes well and is a balanced, smooth, stable structure that lies flat without curl. It will not unrove from the end knitted first, but it is thicker, heavier and narrower than rib of equivalent gauge, and requires a finer, better, more expensive yarn.

When two different-coloured yarns are used, horizontal stripes are produced if the same colour is knitted at two consecutive feeders and vertical stripes if odd feeders knit one colour and even feeders knit the other colour. The number of

interlock pattern rows per inch is often double the machine gauge in needles per inch.

Interlock is produced mainly on special cylinder and dial circular machines and on some double-system V-bed flat machines. Nowadays different kinds of unfull interlock structures are produced (as shown in fig.1).

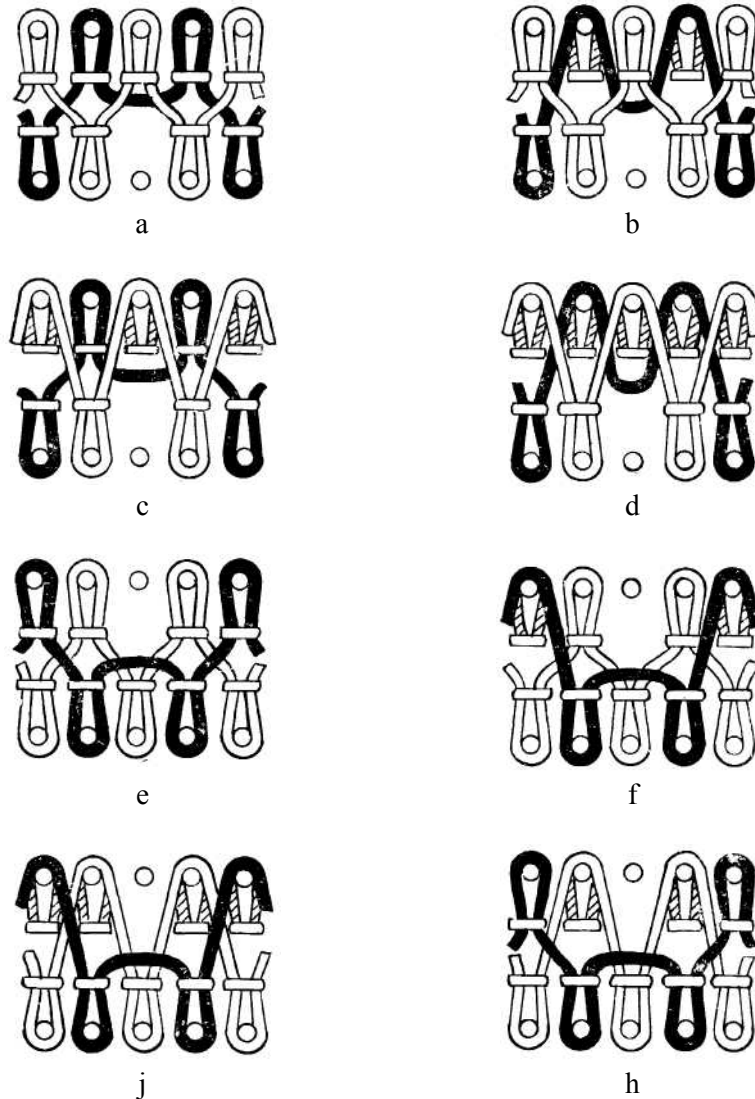


Figure 1. Different kinds of unfull interlock structures

Originally, the interlock machine had needles of two different lengths, long needles knitting in one cam-track and short needles knitting in a track nearer to the needle heads. Long needle cams were arranged for knitting at the first feeder and short needle cams at the second feeder. The needles were set out alternately in each bed, with long needles opposite to short needles. At the first feeder, long needles in cylinder and dial knit, and at the second feeder short needles knit together; needles not knitting at a feeder follow a run-through track. On modern machines the needles are of the same length.

Interlock knitting machines have large possibilities. By using them it is possible to create and offer various kinds of unfull structures on the base of interlock and save important properties as well.

In Figure 2 imaging of unfull structure on the base of interlock is shown. This kind of unfull structure can be produced by set of having needles in the miss position in accordance to requirement. On the surface of the knitted fabric striped ornament is made.

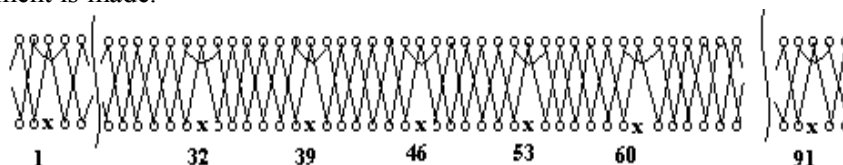


Figure 2. Imaging of interlock based unfull structure

Classic striped ornament is largely used for various kinds of knitted wears. There are so many possibilities to produce coloured stripes.

Rapport of imaging interlock based unfull structure consists of 90 needles and 6 missed needles. Rapport can be changed depending on working and missed needles quantity of knitting machine.

Investigations on creation of structures and ways of producing interlock based spacer fabrics are one of the modern directions in knitting technology. Unfull interlock structures have significant advantages in terms of resource, economy and technology. The surface density of knitting fabric is significantly lesser compared to basic interlock structures.

Surface density of full interlock is 185-200 g/m<sup>2</sup> on theoretical counts (cotton yarn Nm=50/1). Surface density of unfull interlock is 160-170 g/m<sup>2</sup> when the same yarn is used (table 1). It means that spacer fabric unfull interlock has advantage on resource economy and expenditure of raw materials.

Table 1

Technological parameters of interlock structures

№	Units and variants	Yarn tex	Width of loop, A, mm	Height of loop, B, mm	Horizontal loop density, P <sub>g</sub>	Vertical loop density, P <sub>v</sub>	Surface density, M, gr/m <sup>2</sup>
1	Full interlock	20	0.71	0.62	140.8	161	185,7
2	Unfull interlock	20	0.76	0.71	131.5	140.8	169,7

Results of analyses show that reduction of knitting surface density in a defined limit does not influences the strength properties to the extent that the absolute strength of knitted fabric is very high and in exploitation process approximately 20% of breakage strength is used.

Results of physical-mechanical properties are shown in the Table 2. Strength and elongation are defined relatively to the fabric structure, namely to kind of structure, knitting density and finishing. At the same time fiber's structure and properties influence to mechanical properties of fabrics. Strength of knitting fabric depends on yarn quantity from which the loop is made. So, horizontal strength

depends on course of loops and vertical strength depends on wales of loops. The samples produced have been investigated on breakage force.

Table 2

Physical-mechanical parameters of interlock structure

№	Variants	Airpermability, см <sup>3</sup> /см сек	Force, N		Elongation, %	
			width	length	width	length
1	Full interlock	58,6	124,9	306,6	211,5	74,4
2	Unfull interlock	79,5	138,6	365,0	189,1	65,6

Full interlock has maximum strength on width 130 N and on length 318 N whereas unfull interlock has maximum strength on width 142 N and on length 392 N. It means that interlock based new structure has more strength on width by 8,5% and on length by 18% as compared to normal structures.

Full interlock has maximum elongation on width 211 % and on length 318 N when unfull interlock has maximum strength on width 142 N and on length 392 N. It means that interlock based new structure has more strength on width by 8,5% and on length 18% as compared to normal structures.

Table 3

Force-elongation test results of interlock structures

№	Variants	Force, N		Elongation, %	
		on width	on length	on width	on length
1	Full interlock 1	129,037	288,390	206,707	73,9245
2	Full interlock 2	130,143	312,781	221,692	75,6920
3	Full interlock 3	115,550	318,781	206,358	73,6580
	mean	124,910	306,650	211,585	74,4248
4	Unfull interlock 1	131,993	337,781	183,292	66,3750
5	Unfull interlock 2	142,500	365,296	191,295	68,9290
6	Unfull interlock 3	141,366	392,000	192,975	61,6920
	mean	138,616	365,025	189,187	65,6653

Analyses of the physical-mechanical properties of interlock based structures have revealed the following:

- new interlock based structure has more strength on width and length to compare with normal structure because of additional drawn yarns between loops;

- new interlock based structure has less elongation on width and length to compare with normal structure. This indicated that the interlock structures have more form stability as well.

- it is a well-balanced, uniform structure with a softer, fuller handle, greater widthwise relaxation, and more elasticity and airpermability than normal structures. Simple geometric design loops can be achieved with careful arrangement of yarns.

#### REFERENCES

1. Spencer, D.J. Knitting technology. Woodhead publishing ltd. Third Edition. 2001.

Material received 27.07.16.

**Н.Р. Ханхаджаева**

*Ташкент текстиль және жеңіл өнеркәсіп институты, Ташкент қ., Өзбекстан*

### **ИНТЕРЛОКТЫ ТРИКОТАЖДЫҢ ЖАҢА ҚҰРЫЛЫМЫ ЖӘНЕ ОНЫ ТОҚУ ҮРДІСІ**

Интерлокты трикотаждың жаңа құрылымы мен оны алудың жаңа тәсілдері ұсынылады. Олардың параметрлері мен қасиеттеріне талдау жасалды. Нәтижесінде жаңа технология бойынша алынған үлгілердің құрылымы біркелкі және біртекті екендігі, сонымен қатар жұмсақ, ені бойынша пішіні тұрақты, созылмалы, сондай-ақ жақсы ауа өткізгіш қасиеттеріне ие екендігі анықталды.

**Түйін сөздер:** трикотажды мата, интерлок, тоқу машиналары, құрылымы, параметрлері, беткі тығыздығы, физикалық-механикалық қасиеттері.

**Н.Р. Ханхаджаева**

*Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,  
г. Ташкент, Узбекистан*

### **НОВЫЕ СТРУКТУРЫ ИНТЕРЛОЧНОГО ТРИКОТАЖА И ПРОЦЕСС ИХ ВЯЗАНИЯ**

Предлагаются новые структуры и способы получения интерлочного трикотажа. Проанализированы их параметры и свойства. Анализ показал, что полученные по новой технологии образцы имеют более уравновешенную и однородную структуру и большее заполнение, более мягкие на ощупь, формоустойчивы по ширине, более эластичные, чем базовые структуры и имеют лучшую воздухопроницаемость.

**Ключевые слова:** трикотажное полотно, интерлок, вязальные машины, структура, параметры, поверхностная плотность, физико-механические свойства.



## ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

ӘОЖ 546.28

**Х.Р. Садиева<sup>1</sup>, Л.К. Ыбрайманова<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Техн. ғылымдарының канд., доцент, <sup>2</sup>Магистрант

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

### КРЕМНИЙ – ҚАЛАЙЫ ҚҰРАМДЫ ШЫНЫ ТӘРІЗДІ ЗАТТАРДЫ АЛУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ

Жұмыста натрий силикаты және кремний оксиді негізінде золь-гель әдісі арқылы шыны тәрізді кремний – қалайы нанокұрылымды бөлшек алынып, олардың химиялық құрамы анықтала отырып, жартылай өткізгіштік қасиеттері зерттелді.

**Түйін сөздер:** кремний диоксиді, кірне, наноұнтақ, газ сенсоры, наносенсор, қалайы диоксиді, адмиттанс, нанокұрылым, композиция.

Кремний–қалайы құрамды шыны тәрізді заттарды алу және химиялық қасиеттерін қолдана отырып, материалдарды жасау коллоидты үрдістердің негізінде мүмкін болады. Бұл қатынаста зольдің (кірненің) гельге, ары қарай қатты денеге өзгеруі тиімді үрдіс болып табылады. Золь-гель үрдістері нәтижесінде реттік құрамы мен құрылымдағы материалдар қалыпты атмосфералық қысымда төмен температураларда жүруге қабілетті.

Кремнийдің наноөлшемді оксиді – ең арзан наноматериалдардың бірі. Бұл қосылыс негізінен металл кремний мен кремнийлі қорытпалар өндірісінде жанама өнім түрінде алынады. SiO<sub>2</sub> наноұнтақтары микроэлектроникада, оптоэлектроникада және электротехникада кеңінен қолданылады. Кремний диоксидінің нанобөлшектері өрттен қорғану құралдарының, термиялық тұрақты лакты-бояғыш төсемдердің, жоғары температуралы желімдердің, отқа төзімді шынылардың, көбікті сөндіргіштердің, бояғыштардың, коррозияға қарсы төсемдердің, әртүрлі құрылыс қоспаларының құрамына кіреді. Бұдан басқа, кремний диоксидінің нанобөлшектері әртүрлі материалдар – силикон, резеңке, каучук, полимерлер, бетон, герметиктер, қағаз өндірістерінде қосымша ретінде қарқынды пайдаланылады.

Кремний диоксидінің нанобөлшектерінің медициналық және биотехнологиялық қолданылуына сорбенттер мен молекулалық електерді, ДНҚ жеткізудің құралдарын, ақуыздарды, обырға қарсы препараттарды алуда қолданылады [1].

Диэлектрлік өткізгіштігінің мәндері төмен болғандықтан наноматериалдар электроникада қолданылады. Бұл материалдарды наносхемаларда оқшаулағыш қатпарлар ретінде пайдалану электр белгілерінің таралу жылдамдығын едәуір жоғарылатуға және диэлектрлік шығындарды төмендетуге мүмкіндік береді. Диэлектрлік өткізгіштіктің төмен мәндері әдетте ауаның қатты диэлектрлік материалдарына ұсақ

тесіктер түрінде ендірумен алынады. Материалдың механикалық беріктігін осындай ұсақ тесіктерді кеңістіктік реттеу жолымен жиі алуға болады.

Жартылай өткізгіш газ сенсорының әрекет қағидасы оның бетіндегі бақыланатын газдың адсорбциялануының салдарынан жартылай өткізгіш қабықшаның электр өткізгіштігінің өзгеруіне негізделген.

Жартылай өткізгіш датчиктердің артықшылықтарына олардың төмен бағасы мен қосу схемасының қарапайымдылығын жатқызуға болады. Кемшілігіне – бақыланатын затпен өзара әрекетке түсетін жұмыс қабатының шығындалуының салдарынан үздіксіз жұмыстың қысқа уақыты (1 жылға жуық) жатады. Осының салдарынан жартылай өткізгіш газ сенсорларының негізіндегі датчиктерге пайдалану үрдісі кезінде газды сенсорлардың ауысымдылығы қамтамасыз етілуі тиіс [2].

Газ сенсорлары белгілі құрамдағы газдың концентрациясын талдау үшін өнеркәсіпте кең қолданыс тапты. Бірақ тек бір газды ғана детектрлеуші іріктелгіш (селективті) күрделі сенсорларды дайындау жеткіліксіз. Сондықтан, қоршаған ортаның газдық құрамын сапалық және сандық талдауын жүргізу үшін («электронды мұрын») сезімтал элементтері кіші өлшемдері, салмағы және төмен энергия тұтынуы болатын бір кристалды пішінделген наноматериалдардың негізіндегі мультисенсорлы жүйелерді жасау мақсатты тұр. Мұндай жүйелердегі газды бақылау приборларының негізгі кемшілігі болып табылатын жартылай өткізгіш нанокұрылымдардың төмен іріктелгіштігі оның артықшылығына айналады. Нақты жұмыс температурасында наносенсорлардың жүйесіне айнымалы жиілікпен ауытқуы, электр әсерін пайдалану есебінен «электронды мұрын» түріндегі жүйелердің сезімталдығы мен іріктегіштігін арттырудың жана мүмкіншіліктері қарастырылған.

Қалайының диоксиді негізіндегі сенсорлы нанокұрылымдарды диагностикалау 100 Гц-тен 1 МГц дейінгі жиілікте қалпына келтіруші газ-реагенттердің газды ортасы мен детектрлеу температурасының өзгеру жағдайларында диапазонда адмиттанс спектроскопиясының көмегімен жүргізілді [3].

Эксперименттік деректерді өңдеу үшін адмиттанс кез келген кешенді сан сияқты Коула-Коул диаграммалары түрінде берілген кешенді жазықтық әдісі пайдаланылды. Сонымен бірге кешенді диэлектрлі өткізгіштігінің заттық бөлігінің мәні өлшенетін сыйымдылықтың арақатынасымен белгіленді, ал жорамал бөлігінің мәні заттық бөлігінің туындысы және диэлектрлік шығындардың тангенс бұрышы ретінде есептелді.

Осылайша, сенсорлардың жоғары сезімталдығы мен іріктелгіштігін орнату үшін алыну шарттарынан қалайының диоксиді негізіндегі нанокұрылымның өткізгіштігі мен сыйымдылығын бақылау өзекті мәселе болып отыр [4].

Жұмыста құрамында қалайы диоксидінің әртүрлі мөлшері болатын  $\text{SiO}_2\text{-SnO}_2$  негізіндегі композиттер тотықтырылған монокристалды кремнийден золь-гель технологиясымен алынды. Зольдерді дайындауға арналған прекурсорлар – тетраэтоксисилан, натрий силикаты, қалайы хлориді, кремний оксиді, этил спирті; катализатор – тұз қышқылы; күйдіру  $600^\circ\text{C}$  температурада жүргізілді. Нанокұрылымдардың сыйымдылығының жиілік тәуелділігін зерттеу автоматтандырылған зерттеу стендінде жүргізілді.

Жартылай өткізгіштерде көрінетін хеморезистивті әсер газ сенсорларының жұмыс жасауы үшін негіз болады [2]. Оның мәні газдардың хемосорбциясындағы жартылай өткізгіштердің өткізгіштігінің өзгеруінде.

Хеморезистивті газ сенсорлары үшін негізгі материал – қалайының диоксиді  $\text{SnO}_2$ . Газ сенсорлары үшін  $\text{SnO}_2$  материал ретіндегі маңызды кемшілігі – молекулалардың берілген түріндегі үлесін газ фазасында жиынтықты электр белгісінде көрсетуге мүмкіндік бермейтін, оның бетінде адсорбциялық орталықтардың кең спектрінің болуымен шартталған төмен іріктелгіштігі. Іріктелгіштікті жақсарту жолдарының бірі жоғары дисперсті оксидті матрицаға беттің электронды және каталитикалық қасиеттеріне ықпал ете алатын модификаторларды, әдеттегідей, ауыспалы металдарды немесе олардың оксидтерін ендіру [5].

Ерітінділерден газ сезімтал материалдарды синтездеудің химиялық әдістері классикалық балама әдіс болып табылады. Ең кең тараған әдістер:

- химиялық тұндыру әдісі;
- золь-гель әдісі;
- тұздардың ерітінділерін бірлескен кристалдау әдісі.

Осы аталғандардың ішінде химиялық тұндыру әдісі наноұнтақтардағы кристаллиттердің өлшемдерін дәлірек бақылауға және реттеуге мүмкіндік береді, сондай-ақ, бөлшектерді өлшемдері бойынша тегіс бөлінуіне қол жеткізуге көмектеседі. Сондықтан ол қазіргі уақытта нанодисперсті күйдегі оксидті наноматериалдарды алу үшін кеңінен қолданылады. Әдістің мағынасы оларды келесі қыздыру үшін ерітінділерден металдардың амфотерлі гидроксидтерін тұндырумен бір уақытта гелдің қалыптасуында. Артықшылықтарының көптігіне қарамастан химиялық бірге тұндыру әдісінің маңызды кемшіліктері бар: компоненттердің әрқайсысының гидроксидтерін сандық тұндырудағы рН-диапазоны; наноұнтақтарды агломерациялаудың жоғары дәрежесі [6].

Гидроксидтерді химиялық тұндырудың екі әдісі бар: *тіке және кері*.

*Бірінші жағдайда* тұндыруды тұздың маңызды артылуында жүргізеді (тұндырғыш тұздың ерітіндісіне ендіріледі). Бұл жағдайда тұнбаға рН-тұндырудың төмен мәні бар тұнба түседі. рН ортаның тұндырғыштың санының артуына қарай тұнбаға рН-тұндырудың үлкен мәндері бар гидроксидтер дәйекті түрде түседі.

*Екінші жағдайда* тұндыру тұндырғыштың артында жүреді (тұздың ерітіндісі тұндырғыштың ерітіндісіне ендіріледі) және бір гидроксидтің екіншісінің құрылымына енуіне ықпал ететін гидроксидтерді бірге тұндыру мүмкін болады. Көптеген жағдайларда дәл осы әдіс пайдаланылады.

Сонымен, түрлендірілген (модификацияланған) қалайы диоксидінің нанокұрылымды қабықшаларын синтездеудің әдістері қарастырылған, синтездеудің химиялық әдістеріне ең болашағы бар әдіс ретінде ерекше көңіл аударылды. Жартылай өткізгіштердің сезімталдылығының негізгі механизмдері қарастырылды, сондай-ақ, әртүрлі үлгілердің (модельдердің) қолданылу салалары талданды.

Қалайы диоксидінің әртүрлі мөлшері болатын  $\text{SiO}_2\text{-SnO}_2$  және  $\text{SnO}_2\text{-Na}_2\text{SiO}_3$  негізіндегі композицияны золь-гель технология әдісімен алдық, сондай-ақ алынған өнімдердің химиялық құрамы анықталды.

1-суреттен көріп тұрғанындай ерітіндіден алынған гель бөлме температурасында кептіргенде жылтыр қатты кристалға өзгереді.



Сурет 1.  $\text{SiO}_2$  және 0,5 н  $\text{SnCl}_2$  ерітіндісінің өзара әрекеттесуінің негізінде, сондай-ақ, 0,5 н  $\text{SnCl}_2$  ерітіндісі мен 0,5 н  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  ерітіндісінің өзара әрекеттесуімен алынған кристалдар

Түзілген кристалдық заттар мен ерітінділерінің құрамындағы элементтерді анықтау мақсатында химиялық анализ жүргізілді.

1. *Силикаттардағы кремний оксидінің саны гравиметрлік әдіспен анықталды.*

Кесте 1

$\text{SnCl}_2$  мен  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  ерітінділерінің бірнеше концентрацияда өзара әрекеттесуінен алынған қоспаның құрамындағы кремний оксидінің мөлшері

№	Концентрациясы	Кремний оксидінің мөлшері, %
1	0,1н	31,75
2	0,3н	59,33
3	0,5н	49,36

Кесте 2

$\text{SnCl}_2$  мен  $\text{SiO}_2$  ерітінділерінің бірнеше концентрацияда өзара әрекеттесуінен алынған қоспаның құрамындағы кремний оксидінің мөлшері

№	Концентрациясы	Кремний оксидінің мөлшері, %
1	0,5%	44,55
2	1,0%	31,25
3	1,5%	30,05

2. *Меркуриметриялық әдіспен хлор-ионының массалық үлесі анықталды.*

Кесте 3

$\text{SnCl}_2$  мен  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  ерітінділерінің бірнеше концентрацияда өзара әрекеттесуінен алынған қоспаның құрамындағы хлор-ионының массалық үлесі

№	Концентрациясы	$\text{Cl}^-$ -ионының мөлшері, %
1	0,1н	17,12
2	0,3н	16,53
3	0,5н	10,041

Кесте 4

SnCl<sub>2</sub> мен SiO<sub>2</sub> ерітінділерінің бірнеше концентрацияда өзара әрекеттесуінен алынған қоспаның құрамындағы хлор-ионының массалық үлесі

№	Концентрациясы	Cl <sup>-</sup> -ионының мөлшері, %
1	0,5%	18,9013
2	1,0%	21,854
3	1,5%	15,948

3. Натрий ионының көлемі сандық әдіспен анықталды.

Кесте 5

SnCl<sub>2</sub> мен Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> ерітінділерінің бірнеше концентрацияда өзара әрекеттесуінен алынған қоспаның құрамындағы Na<sup>+</sup>-ионының көлемі

№	Концентрациясы	Na <sup>+</sup> -ионының мөлшері, V <sub>мл.</sub>
1	0,1н	0,5428
2	0,3н	2,5
3	0,5н	0,8928

4. Қалайы ионының мөлшерін сандық әдіспен анықталды.

Кесте 6

SnCl<sub>2</sub> мен Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> ерітінділерінің бірнеше концентрацияда өзара әрекеттесуінен алынған қоспаның құрамындағы Sn<sup>+2</sup>-ионының мөлшері

№	Концентрация	Sn <sup>+2</sup> -ионының мөлшері, %
1	0,1н.	59,2
2	0,3н.	69,6
3	0,5н.	87

Кесте 7

SnCl<sub>2</sub> мен SiO<sub>2</sub> ерітінділерінің бірнеше концентрацияда өзара әрекеттесуінен алынған қоспаның құрамындағы Sn<sup>+2</sup>-ионының мөлшері

№	Концентрациясы	Sn <sup>+2</sup> -ионының мөлшері, %
1	0,1%	84,9
2	0,5%	91
3	1,5%	89,9

Алынған тәжірибе нәтижелерін талдау барысында шыны тәрізді силикатты наноматериалдарды алуда золь-гель әдісі концентрацияға тәуелді, экологиялық залалсыз және экономикалық тиімді екендігі анықталды.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Марголин, В.И. Введение в нанотехнологию [Текст] / В.И. Марголин, В.А. Жабрєв, Г.Н. Лукьянов, В.А. Тупик. – С-Пб.: Лань, 2012. – 464 с.
2. Шелби, Дж. Структура, свойства и технология стекла [Текст] / Дж. Шелби. – М.: Мир, 2006. – 288 с.
3. Уильямс, Л. Нанотехнологии без тайн [Текст] / Л. Уильямс, У. Адамс. – М.: Эксмо, 2009. – 368 с.

4. [?] Нанотехнологии в электронике [Текст] / [?]. – С-Пб.: Техносфера, 2013. – 688 с.
5. Черненко Т.Г. Нанотехнологии: настоящее и будущее [Текст] / Т.Г. Черненко. – С-Пб.: Балтийская книжная компа, 2011. – 80 с.
6. Ковшов, А.Н. Основы нанотехнологии в технике [Текст] / А.Н. Ковшов, Ю.Ф. Назаров, И.М. Ибрагимов. – С-Пб.: Academia, 2011. – 240 с.

*Материал редакцияга 02.11.16 түсті.*

**Х.Р. Садиева, Л.К. Ыбраймжанова**

*Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан*

#### **ПОЛУЧЕНИЯ КРЕМНИЙ-ОЛОВО СОДЕРЖАЩИХ СТЕКЛООБРАЗНЫХ ВЕЩЕСТВ И ИССЛЕДОВАНИЯ ИХ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА**

В данной статье рассматривается получение кремний-олово содержащих стеклообразных наноструктурных веществ золь-гель методом на основе силиката натрия и оксида кремния и изучение их химических свойств.

**Ключевые слова:** оксид кремния, золь, нанопорошок, газовый сенсор, наносенсор, оксид олова, адмиттанс, наноструктура, композиция.

**H.R. Sadieva, L.K. Ibraimzhanova**

*Taraz State University named after M.Kh.Dulati, Taraz, Kazakhstan*

#### **SYNTHESIS SILICON-TIN CONTAINING VITREOUS NANOSTRUCTURAL MATERIALS BY ZOL-GEL METHOD ON THE BASIS OF SODIUM SILICATE AND SILICON OXIDE AND STUDYING THEIR CHEMICAL PROPERTIES**

This article is considered about synthesis silicon-tin containing vitreous nanostructural materials by zol-gel method on the basis of sodium silicate and silicon oxide and studying their chemical properties.

**Keywords:** silicon dioxide, sol, nanopowders, gas sensor, nanosensor, tin dioxide, admittans, nanostructures, composition.

## ТЕХНОЛОГИИ В СФЕРЕ ЭКОЛОГИИ И МЕЛИОРАЦИИ

УДК 631.6

**Ж.С. Мустафаев<sup>1</sup>, А.Т. Козыкеева<sup>2</sup>, Ж.Е. Ескермесов<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Д-р техн. наук, профессор, <sup>2</sup>Д-р техн. наук, доцент, <sup>3</sup>Докторант PhD  
<sup>1,2</sup>Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы, Казахстан  
<sup>3</sup>Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

### ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР С УЧЕТОМ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ АГРОЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМ

На основе методов планирования «машинного» эксперимента произведена оптимизация структуры сельскохозяйственных культур с учетом экологических требований агроландшафтных систем для Кызылординской области, позволяющая рационально использовать земельные и водные ресурсы региона.

**Ключевые слова:** метод, планирование, эксперимент, агроландшафт, состав, структура, экология, показатель, водопотребность, культура, угодие, формирование, принцип.

Основные параметры системы адаптивно-ландшафтного земледелия для Кызылординской области с учетом диверсификации сельскохозяйственных культур, где широкое развитие получило рисоводство, определяются с помощью качественных и количественных методик адаптации растений к природным и производственным особенностям агроландшафтной системы региона [1-7]. Главным показателем реакции почвы на условия природной среды является направленность почвообразовательного процесса, так как любая антропогенная деятельность (в том числе и почвенно-мелиоративная) может трактоваться как изменение в ту или иную сторону материального и энергетического балансов ландшафта, связанные с дополнительным поступлением или отчуждением вещества и энергии. Одним из таких критериев, характеризующих связь энергетического и водного балансов является гидротермический коэффициент ( $\bar{R}$ ) по М.И.Будыко [8].

Важные свойства этого интегрального параметра – его тесная связь с основными свойствами зональных почв, почвенно-биологическими, гидрогеологическими, геохимическими процессами и с антропогенной деятельностью. Таким образом, если мелиорация в пределах ландшафта изменяет гидротермические условия ( $\bar{R}$ ), то по этим изменениям можно судить о направленности и интенсивности природных процессов, изменении состояния отдельных компонентов и ландшафта в целом. Формула для определения гидротермического коэффициента М.И. Будыко имеет вид [8]:

- в естественных условиях:

$$\bar{R} = R / L \cdot O_c;$$

- при осуществлении системы мелиоративных мероприятий:

$$\bar{R}_i = R_i / L(O_c + W + O_p),$$

где  $R$  и  $R_i$  – величины радиационного баланса в естественных и прогнозных условиях, кДж/см<sup>2</sup>год;

$$R_i = R \frac{1 - A_i}{1 - A},$$

здесь  $A$  и  $A_i$  – альбедо поверхности почвы в естественных и прогнозных условиях, в долях от единицы;  $L$  – скрытая теплота парообразования,  $L = 2,51$  кДж/см<sup>3</sup>;  $\pm W$  – дополнительное поступление влаги в результате орошения и агролесотехнических мелиораций или отвод излишней влаги при осушении;  $O_c$  – атмосферные осадки за вычетом поверхностного стока, мм;  $O_p$  – дополнительное поступление воды в результате осуществления комплексной мелиорации.

Поскольку физические факторы служат неотъемлемыми компонентами природной среды, в которой происходила эволюция, то есть ландшафтные системы в большей или относительно меньшей степени адаптированы к ним. Поэтому нормирование физических факторов окружающей среды заключается в установлении трех нормативных величин: минимума на основе закона Ю. Либиха – минимально необходимого уровня, оптимальности – оптимального и толерантности В. Шелфорда – предельно допустимого уровня. В связи с тем, что в настоящее время наблюдаются, как правило, повышенные уровни воздействия физических факторов на агроландшафтах, наибольшее значение в регламентации вредного воздействия принадлежит определению «предельно-допустимого уровня» антропогенной деятельности [9].

На основе принципа Ле-Шателье И.П. Айдаров [10], Ж.С. Мустафаев [11] и Г.А. Сенчуков [12, 13] предложили понятие «почвенно-экологические приемлемые нормы водопотребности сельскохозяйственных угодий». При разработке методики экологического нормирования водопотребности сельскохозяйственных угодий использован принцип энергетической сбалансированности тепла, влаги и питательных веществ с учетом природных режимов, позволяющих обеспечить сохранение экологически благоприятного энергетического режима в почве, зоне аэрации и насыщение грунтовыми водами агроландшафтов.

С этой целью И.П. Айдаров [10], Ж.С. Мустафаев [11] и Г.А. Сенчуков [12, 13] использовали комплексный гидротермический показатель ( $\bar{R}$ ), то есть решив уравнение  $\bar{R} = R / L(O_c \pm W + O_p)$  относительно  $O_p$ , получим экологическую норму водопотребности сельскохозяйственных угодий ( $O_p^э$ ):

$$O_p^э = \frac{R}{\bar{R} \cdot L} - \bar{R} \cdot L(\Delta W + O_c).$$

При этом экологически безопасная норма водопотребности сельскохозяйственных угодий ( $O_p^э$ ) соответствует  $\bar{R} = 1.0$ , где наблюдаются благоприятные условия формирования почвообразовательного процесса [10].

В основу интегральных критериев по обеспечению агроэкологической устойчивости агроландшафтов следует принять положение о том, что



средневзвешенная оросительная норма сельскохозяйственных культур севооборота ( $O_p^{CP}$ ) не должна превышать экологически безопасную норму водопотребности сельскохозяйственных угодий ( $O_p^{\exists}$ ), то есть  $O_p^{CP} \leq O_p^{\exists}$  или  $O_p^{CP} / O_p^{\exists} = 1.0$  [14].

Таким образом, для агроэкологического обоснования оптимального состава и структуры севооборота можно использовать следующую систему уравнений [14]:

$$O_p^P \cdot \alpha_p + \sum_{i=1}^n O_{pi}^C \cdot \alpha_i \leq O_p^{\exists}; \quad \alpha_p + \sum_{i=1}^n \alpha_i = 1.0,$$

где:  $O_p^{mm}$  – оросительная норма многолетних трав;  $\alpha_{mm}$  – доля участия многолетних трав в структуре севооборота;  $O_{pi}^C$  – оросительная норма  $i$ -ой сопутствующий сельскохозяйственной культуры севооборота;  $\alpha_i$  – доля участия  $i$ -ой сопутствующей сельскохозяйственной культуры севооборота.

Таким образом, при оптимизации состава и структуры севооборота за независимые переменные, приняты следующие: доля участия многолетних трав в севообороте ( $\alpha_{mm}$ ); оросительная норма многолетних трав ( $O_p^{mm}$ ).

В таком виде решить систему уравнений для оптимизации структуры и состава севооборота достаточно трудно. В связи с этим для приближенного агроэкологического обоснования оптимального состава и структуры севооборота вышеуказанную систему уравнений можно представить в следующем виде:

$$O_p^{mm} \cdot \alpha_{mm} + O_{pc}^{CP} \cdot \alpha_c \leq O_p^{\exists}; \quad \alpha_{mm} + \alpha_c = 1.0,$$

где  $O_{pc}^{CP}$  – средневзвешенная оросительная норма сопутствующих сельскохозяйственных культур севооборота;  $\alpha_c$  – доля участия сопутствующих сельскохозяйственных культур в севообороте.

Если предположить, что доля сопутствующих сельскохозяйственных культур в севообороте одинаковая, тогда и оросительная норма их будет одинакова, однако это нереально, так как, продолжительность вегетационного периода овощных культур, входящих в структуру севооборота по сравнению с пшеницей и кукурузой больше, следовательно, больше и оросительная норма.

Однако алгоритм определения функции, записанной в виде  $O_p^{mm} \cdot \alpha_{mm} + O_{pc}^{CP} \cdot \alpha_c \leq O_p^{\exists}$ , достаточно трудоемок и нет реальной возможности его использовать. В связи с этим предлагается составить уравнение регрессии, связывающее долю участия культур с выбранными параметрами оросительной нормы в севообороте. Для этого использован метод планирования «машинного» эксперимента [15], на основе которого составлена матрица планирования имитационных расчетов. За основной уровень принимают проектное решение, то есть долю участия сельскохозяйственных культур в рисовом севообороте ( $\alpha_i$ ), рекомендованную для

Кызылординской области (для кормового севооборота: многолетние травы – 0,375, кукуруза на зерно – 0,25, кукуруза на силос – 0,25, пшеница – 0,125; для зернового севооборота: многолетние травы – 0,375, кукуруза на зерно – 0,25, подсолнечник – 0,125, пшеница – 0,25; для овощного севооборота: многолетние травы – 0,375, овощи – 0,25, бахчевые – 0,125, картофель – 0,25) и выбирают такой интервал варьирования, чтобы нижний и верхний уровни находились в пределах заданных ограничений.

Принимаем интервал варьирования доли участия сельскохозяйственных культур в рисовом севообороте  $\Delta\alpha_i = 0,10$ . Матрицы планирования приведены в таблицах 1-3.

Таблица 1

Матрица планирования эксперимента при четырех переменных для оптимизации структуры кормового севооборота

Уровень варьирования	Доля участия сельскохозяйственных культур в кормовом севообороте				$\Sigma \alpha_i$
	люцерна	кукуруза на зерно	кукуруза на силос	пшеница	
Основной	0.375	0.25	0.25	0.125	1.00
Интервал варьирования	0.10	0.10	0.10	0.10	
Верхний	0.475	0.35	0.35	0.225	
Нижний	0.25	0.15	0.15	0.025	
$a_o$	0.15	0.15	0.35	0.35	1.00
$a$	0.35	0.15	0.35	0.35	1.00
$b$	0.15	0.35	0.35	0.35	1.00
$ab$	0.25	0.25	0.35	0.15	1.00
$c$	0.15	0.25	0.30	0.30	1.00
$ac$	0.25	0.20	0.35	0.20	1.00
$bc$	0.20	0.30	0.30	0.20	1.00
$abc$	0.30	0.20	0.20	0.30	1.00
$d$	0.15	0.15	0.40	0.30	1.00
$ad$	0.15	0.15	0.40	0.40	1.00
$bd$	0.15	0.25	0.35	0.25	1.00
$cd$	0.15	0.20	0.30	0.35	1.00
$abd$	0.30	0.20	0.30	0.20	1.00
$acd$	0.35	0.15	0.30	0.20	1.00
$bdc$	0.30	0.15	0.20	0.35	1.00

Таблица 2

Матрица планирования эксперимента при четырех переменных для оптимизации структуры зернового севооборота

Уровень варьирования	Доля участия сельскохозяйственных культур в зерновом севообороте				$\Sigma \alpha_i$
	люцерна	кукуруза на зерно	подсолнечник	пшеница	
1	2	3	4	5	6
Основной	0.375	0.25	0.125	0.25	1.00
Интервал варьирования	0.10	0.10	0.10	0.10	
Верхний	0.475	0.35	0.225	0.35	

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
Нижний	0.275	0.15	0.025	0.15	
$a_0$	0.15	0.15	0.35	0.35	1.00
$a$	0.35	0.15	0.35	0.35	1.00
$b$	0.15	0.35	0.35	0.35	1.00
$ab$	0.25	0.25	0.35	0.15	1.00
$c$	0.15	0.25	0.30	0.30	1.00
$ac$	0.25	0.20	0.35	0.20	1.00
$bc$	0.20	0.30	0.30	0.20	1.00
$abc$	0.30	0.20	0.20	0.30	1.00
$d$	0.15	0.15	0.40	0.30	1.00
$ad$	0.15	0.15	0.40	0.40	1.00
$bd$	0.15	0.25	0.35	0.25	1.00
$cd$	0.15	0.20	0.30	0.35	1.00
$abd$	0.30	0.20	0.30	0.20	1.00
$acd$	0.35	0.15	0.30	0.20	1.00
$bdc$	0.30	0.15	0.20	0.35	1.00

Таблица 3

Матрица планирования эксперимента при четырех переменных для оптимизации структуры овощного севооборота

Уровень варьирования	Доля участия сельскохозяйственных культур в овощном севообороте				$\sum \alpha_i$
	люцерна	овощи	бахчевые	картофель	
Основной	0.375	0.25	0.125	0.25	1.00
Интервал варьирования	0.10	0.10	0.10	0.10	
Верхний	0.475	0.35	0.225	0.35	
Нижний	0.275	0.15	0.025	0.15	
$a_0$	0.15	0.15	0.35	0.35	1.00
$a$	0.35	0.15	0.35	0.35	1.00
$b$	0.15	0.35	0.35	0.35	1.00
$ab$	0.25	0.25	0.35	0.15	1.00
$c$	0.15	0.25	0.30	0.30	1.00
$ac$	0.25	0.20	0.35	0.20	1.00
$bc$	0.20	0.30	0.30	0.20	1.00
$abc$	0.30	0.20	0.20	0.30	1.00
$d$	0.15	0.15	0.40	0.30	1.00
$ad$	0.15	0.15	0.40	0.40	1.00
$bd$	0.15	0.25	0.35	0.25	1.00
$cd$	0.15	0.20	0.30	0.35	1.00
$abd$	0.30	0.20	0.30	0.20	1.00
$acd$	0.35	0.15	0.30	0.20	1.00
$bdc$	0.30	0.15	0.20	0.35	1.00

Расчет определения оптимальной структуры севооборота выполнен для всех вариантов матрицы (таблица 4-6).

Таблица 4

Матрица планирования агроэкологического обоснования структуры кормового севооборота для Кызылординской области

Уровень варьирования	Доля участия сельскохозяйственных культур в кормовом севообороте				Оросительная норма сельскохозяйственных культур кормового севооборота, м <sup>3</sup> /га				$O_p^{cp}$ , м <sup>3</sup> /га	$O_p^э$ , м <sup>3</sup> /га
	люцерна	кукуруза на зерно	кукуруза на силос	пшеница	люцерна	кукуруза на зерно	кукуруза на силос	пшеница		
Основной	0.375	0.25	0.25	0.125	10500	7350	6300	4550	6600	
Интервал варьирования	0.10	0.10	0.10	0.10						
Верхний	0.475	0.35	0.35	0.225						
Нижний	0.25	0.15	0.15	0.025						
$a_0$	0.15	0.15	0.35	0.35	1575.0	1102.5	2205.0	1592.5		6475.0
$a$	0.35	0.15	0.35	0.35	3675.0	1102.5	2205.0	1592.5		8575.0
$b$	0.15	0.35	0.35	0.35	1575.0	2572.5	2205.0	1592.5		7945.0
$ab$	0.25	0.25	0.35	0.15	2625.0	1837.5	2205.0	682.5		7350.0
$c$	0.15	0.25	0.30	0.30	1575.0	1837.5	1890.0	1365.0		6667.5
$ac$	0.25	0.20	0.35	0.20	2625.0	2205.0	2205.0	910.0		7945.0
$bc$	0.20	0.30	0.30	0.20	2100.0	1837.5	1890.0	910.0		6737.5
$abc$	0.30	0.20	0.20	0.30	3150.0	2205.0	1260.0	1365.0		7980.0
$d$	0.15	0.15	0.40	0.30	1575.0	1102.5	2520.0	1365.0		6562.5
$ad$	0.15	0.15	0.40	0.40	1575.0	1102.5	2520.0	1820.0		6755.0
$bd$	0.15	0.25	0.35	0.25	1575.0	1837.5	2205.0	1137.5		6755.0
$cd$	0.15	0.20	0.30	0.35	1575.0	2205.0	1890.0	1592.5		7262.5
$abd$	0.30	0.20	0.30	0.20	3150.0	2205.0	1890.0	910.0	8155.0	
$acd$	0.35	0.15	0.30	0.20	3675.0	1102.5	1890.0	910.0	7577.5	
$bdc$	0.30	0.15	0.20	0.35	3150.0	1102.5	1260.0	1592.5	7105.0	

Таблица 5

Матрица планирования агроэкологического обоснования структуры зернового севооборота для Кызылординской области

Уровень варьирования	Доля участия сельскохозяйственных культур в зерновом севообороте				Оросительная норма сельскохозяйственных культур зернового севооборота, м <sup>3</sup> /га				$O_p^{cp}$ , м <sup>3</sup> /га	$O_p^э$ , м <sup>3</sup> /га
	люцерна	кукуруза на зерно	Подсол-нечник	пшеница	люцерна	кукуруза на зерно	подсол-нечник	пшеница		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Основной	0.375	0.25	0.125	0.25	10500	7350	7350	4550		6600
Интервал варьирован.	0.10	0.10	0.10	0.10						

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Верхний	0.475	0.35	0.225	0.35						
Нижний	0.275	0.15	0.025	0.15						
$a_0$	0.15	0.15	0.35	0.35	1575.0	1102.5	2572.5	1592.5	6842.5	
$a$	0.35	0.15	0.35	0.35	3675.0	1102.5	2572.5	1592.5	8942.5	
$b$	0.15	0.35	0.35	0.35	1575.0	2572.5	2572.5	1592.5	8312.5	
$ab$	0.25	0.25	0.35	0.15	2625.0	1837.5	2572.5	682.5	7717.5	
$c$	0.15	0.25	0.30	0.30	1575.0	1837.5	2205.0	1365.0	7350.0	
$ac$	0.25	0.20	0.35	0.20	2625.0	1470.0	2572.5	910.0	7577.5	
$bc$	0.20	0.30	0.30	0.20	2100.0	2205.0	2205.0	910.0	7420.0	
$abc$	0.30	0.20	0.20	0.30	3150.0	1470.0	1470.0	1365.0	7455.0	
$d$	0.15	0.15	0.40	0.30	1575.0	1102.5	2940.0	1365.0	6982.5	
$ad$	0.15	0.15	0.40	0.40	1575.0	1102.5	2940.0	1820.0	7437.5	
$bd$	0.15	0.25	0.35	0.25	1575.0	1837.5	2572.5	1137.5	7122.5	
$cd$	0.15	0.20	0.30	0.35	1575.0	1470.0	2205.0	1592.5	6842.5	
$abd$	0.30	0.20	0.30	0.20	3150.0	1470.0	2205.0	910.0	7735.0	
$acd$	0.35	0.15	0.30	0.20	3675.0	1102.5	2205.0	910.0	7892.5	
$bdc$	0.30	0.15	0.20	0.35	3150.0	1102.5	1470.0	1592.5	7315.0	

Таблица 6

Матрица планирования агроэкологического обоснования структуры  
овощного севооборота для Кызылординской области

Уровень варьирования	Доля участия сельскохозяйственных культур в овощном севообороте				Оросительная норма сельскохозяйственных культур овощного севооборота, м <sup>3</sup> /га				$O_p^{cp}$ , м <sup>3</sup> /га	$O_p^3$ , м <sup>3</sup> /га
	люцерна	овощи	бахчевые	картофель	люцерна	овощи	бахчевые	картофель		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Основной	0.375	0.25	0.125	0.25	10500	5350	8950	7500		
Интервал варьирования	0.10	0.10	0.10	0.10						
Верхний	0.475	0.35	0.225	0.35						
Нижний	0.275	0.15	0.025	0.15						
$a_0$	0.15	0.15	0.35	0.35	1575.0	802.5	3132.5	2625.0	8135.0	6600
$a$	0.35	0.15	0.35	0.35	3675.0	802.5	3132.5	2625.0	10235	
$b$	0.15	0.35	0.35	0.35	1575.0	1872.5	3132.5	2625.0	9205.0	
$ab$	0.25	0.25	0.35	0.15	2625.0	1337.5	3132.5	1125.0	8220.0	
$c$	0.15	0.25	0.30	0.30	1575.0	1337.5	2685.0	2250.0	7847.5	
$ac$	0.25	0.20	0.35	0.20	2625.0	1070.0	3132.5	1500.0	8327.5	
$bc$	0.20	0.30	0.30	0.20	2100.0	1605.0	2685.0	1500.0	7890.0	
$abc$	0.30	0.20	0.20	0.30	3150.0	1070.0	1790.0	2250.0	8260.0	
$d$	0.15	0.15	0.40	0.30	1575.0	802.5	3580.0	2250.0	8207.5	
$ad$	0.15	0.15	0.40	0.40	1575.0	802.5	3580.0	3000.0	8957.5	
$bd$	0.15	0.25	0.35	0.25	1575.0	1337.5	3132.5	1875.0	7920.0	

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>cd</i>	0.15	0.20	0.30	0.35	1575.0	1070.0	2685.0	2625.0	7955.0	
<i>abd</i>	0.30	0.20	0.30	0.20	3150.0	1070.0	2685.0	1500.0	8405.0	
<i>acd</i>	0.35	0.15	0.30	0.20	3675.0	802.5	2685.0	1500.0	8662.5	
<i>bdc</i>	0.30	0.15	0.20	0.35	3150.0	802.5	1790.0	2625.0	8367.5	

При этом агроэкологический анализ обоснования состава и структуры севооборота в каждом конкретном случае позволяет выбрать оптимальный вариант параметров севооборота, обеспечивающий устойчивость и стабильность агроландшафтов.

На основе принятых экологических ограничений для оптимизации структуры севооборота в условиях Кызылординской области составлены состав и структура севооборота, которые обеспечивают экологическую устойчивость гидроагроландшафтных систем (табл. 7).

Таблица 7

Оптимальная структура севооборота,  
рекомендованная для условий Кызылординской области

Культуры	Севообороты		
	кормовые	зерновые	овощные
Люцерна	0.20	0.30	0.20
Кукурузы на зерно	0.30	0.15	-
Кукурузы на силос	0.30	-	-
Пшеницы	0.20	0.35	-
Бахчевые	-	-	0.30
Овощи	-	-	0.30
Картофель	-	-	0.20
Подсолнечник	-	0.20	-

На основе модельных исследований с применением «машинного» эксперимента для обоснования состава и структуры севооборота (см. табл. 1-6) и прогнозных расчетов для определения эколого-мелиоративного устойчивости агроландшафтов, выполнено районирование адаптивно-ландшафтных севооборотов в разрезе районов Кызылординской области (табл. 8), для диверсификации сельскохозяйственных культур, которые обеспечивают эколого-мелиоративную устойчивость гидроагроландшафтов.

Таблица 8

Районирование адаптивно-ландшафтных севооборотов  
в условиях Кызылординской области

Районы	Севообороты		
	оптимистический	реалистический	существующий
1	2	3	4
Жанакурман	Кормовые, овощные, зерновые	Кормовые, овощные, зерновые	Рисовые, кормовые, овощные, зерновые
Шиели	Кормовые, овощные, зерновые	Кормовые, овощные, зерновые	
Сырдарья	Кормовые, зерновые	Кормовые, овощные, зерновые	

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4
Жалагаш	Кормовые, зерновые	Кормовые, овощные, зерновые	
Кармакшы	Кормовые, зерновые	Кормовые, овощные, зерновые, рисовые	
Казалы	Кормовые, зерновые	Кормовые, овощные, зерновые, рисовые	
Арал	Кормовые, зерновые	Кормовые, овощные, зерновые, рисовые	

Таким образом, на основе информации, заложенной в экологических требованиях для обеспечения эколого-мелиоративной устойчивости агроландшафтов, одновременно обеспечивающих качества продукции сельскохозяйственных культур, возделываемых в различных районах Кызылординской области, рассмотрены следующие сценарии развития агропромышленного комплекса:

- оптимистический, в реализации, которых предполагается обеспечение населения Кызылординской области высококачественными продуктами, соответствующими мировому стандарту и поэтапное улучшение эколого-мелиоративного состояния агроландшафтов, для обеспечения устойчивого эколого-социально-экономического развития;

- реалистический, в реализации, которых предполагается обеспечение населения Кызылординской области относительно высококачественными продуктами и поэтапное улучшение эколого-мелиоративных состояний агроландшафтов, для обеспечения устойчивого эколого-социально-экономического развития;

- существующий, сохранение которых не может обеспечить население Кызылординской области высококачественными продуктами и восстановление эколого-мелиоративных состояний агроландшафтов, для обеспечения устойчивого эколого-социально-экономического развития.

Таким образом, повышение эколого-мелиоративной устойчивости агроландшафтов Кызылординской области сформировавшихся под воздействием неконтролируемых техногенных воздействий возможно только в условиях проведения комплексных мероприятий, обеспечивающих сохранение и восстановление природной эколого-мелиоративной устойчивости ландшафтов, которые требуют проведения диверсификации сельскохозяйственных культур, на основе разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мустафаев, Ж.С. Оценка техносферной нагрузки природной системы в низовьях реки Сырдарья [Текст] / Ж.С. Мустафаев, А.Т. Козыкеева, Н.П. Карпенко, Ж.Е. Ескермесов // Исследования, результаты. – 2015. – №4. – С. 138-144.
2. Карпенко, Н.П. Оценка параметров модели экологической устойчивости орошаемых сельскохозяйственных агроландшафтов в низовьях реки Сырдарья [Текст] / Н.П. Карпенко, Ж.С. Мустафаев, Ж.Е. Ескермесов // Евразийский Союз Ученых (КСУ). – 2015. – №9(18). – С.79-85.

3. Мустафаев, Ж.С. Гидрогеохимические аспекты формирования природно-техногенной системы в низовьях реки Сырдарья в условиях антропогенной деятельности [Текст] / Ж.С. Мустафаев, А.Т. Козыкеева, Ж.Е. Ескермесов, Н.М. Кусмуханбетов // Гидрометеорология и экология. – 2014. – №3. – С.103-115.
4. Мустафаев, Ж.С. Оценка антропогенной нагрузки гидроагроландшафтной системы в низовьях реки Сырдарья [Текст] / Ж.С. Мустафаев, А.Т. Козыкеева, Н.П. Карпенко, Ж.Е. Ескермесов // Материалы Международного научного форума «Проблемы управления водными и земельными ресурсами». – М., 2015. – Часть 1. – С.55-64.
5. Карпенко, Н.П. Оценка эколого-мелиоративной устойчивости сельскохозяйственных агроландшафтов в низовьях реки Сырдарья [Текст] / Н.П. Карпенко, Ж.С. Мустафаев, Ж.Е. Ескермесов // Природообустройство. – 2015. – №5. – С.98-103.
6. Карпенко, Н.П. Анализ экологической ситуации и комплексная мелиоративная оценка состояния орошаемых агроландшафтов в низовьях реки Сырдарья [Текст] / Н.П. Карпенко, Ж.С. Мустафаев, А.Т. Козыкеева, Ж.Е. Ескермесов // Природообустройство. – 2015. – №2. – С.8-12.
7. Мустафаев, Ж.С. Оценка техносферного состояния агроландшафтов в низовьях реки Сырдарья [Текст] / Ж.С. Мустафаев, А.Т. Козыкеева, Ж.Е. Ескермесов // Природообустройство. – 2015. – №4. – С.25-30.
8. Будыко, М.И. Тепловой баланс земной поверхности [Текст] / М.И. Будыко. – Л.: Гидрометеоиздат, 1956. – 255 с.
9. Реймерс, Н.Ф. Экология. Теория, законы, правила, принципы и гипотезы [Текст] / Н.Ф. Реймерс. – М.: Россия молодая, 1994. – 367 с.
10. Айдаров, И.П. Регулирование водно-солевого и питательного режима орошаемых земель [Текст] / И.П. Айдаров. – М.: Агропомиздат, 1985. – 304 с.
11. Мустафаев, Ж.С. Методологические и экологические принципы мелиорации сельскохозяйственных земель [Текст] / Ж.С. Мустафаев. – Тараз, 2004. – 306 с.
12. Сенчуков, Г.А. Экологически приемлемые нормы водопотребности сельскохозяйственных угодий на Северном Кавказе [Текст] / Г.А. Сенчуков, В.И. Гниненко, В.В. Турулев // Мелиорация и водное хозяйство. – 1995. – №6. – С.31-32.
13. Сенчуков, Г.А. Методика обоснования экологических норм водопотребности сельскохозяйственных угодий [Текст] / Г.А. Сенчуков, Л.Г. Дудникова, О.Е. Бондоренко, Ю.А. Марков // Мелиорация и водное хозяйство. – 1995. – №6. – С.32-33.
14. Мустафаев, Ж.С. Адаптивно-ландшафтные мелиорации земель в Казахстане [Текст] / Ж.С. Мустафаев, А.Д. Рябцев. – Тараз, 2012. – 538 с.
15. Рекс, Л.М. Системные исследования мелиоративных процессов и систем [Текст] / Л.М. Рекс. – М.: Аслан, 1995. – 192 с.

Материал поступил в редакцию 13.04.16.

**Ж.С. Мустафаев<sup>1</sup>, А.Т. Козыкеева<sup>1</sup>, Ж.Е. Ескермесов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Қазақ ұлттық аграрлық университеті, Алматы қ., Қазақстан

<sup>2</sup>М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан



**АГРОЛАНДШАФТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ТАЛАП-ТІЛЕКТЕРІН ЕСКЕРУ АРҚЫЛЫ АУЫЛШАРУАШЫЛЫҚ ДАҚЫЛДАРДЫҢ ҚҰРАМЫН ОҢТАЙЛАУ**

Су және жер қорын тиімді пайдалануды қамтамасыз ету үшін жоспарлаудың «машиналық» тәжірибелік әдістерін пайдалану негізінде Қызылорда облысының агроландшафттық жүйелердің экологиялық талап-тілектерін ескеру арқылы ауылшаруашылық дақылдардың құрамын оңтайлау жұмыстары жүргізілген.

**Түйін сөздер:** әдіс, жоспарлау, тәжірибе, агроландшафт, құрам, құрылым, экология, көрсеткіш, суды тұтыну, дақыл, егістік, қалыптасу, қағида.

**Zh.S. Mustafaev, A.T. Kozykееva, Zh.E. Eskermesov**

<sup>1</sup>*Kazakh National Agrarian University, Almaty, Kazakhstan*

<sup>2</sup>*Taraz State University named after M.Kh.Dulati, Taraz, Kazakhstan*

**OPTIMIZATION OF STRUCTURE OF CROPS IN VIEW OF ENVIRONMENTAL REQUIREMENTS AGROLANDSCAPE**

On the base of the planning “machine” methods of experiment the structure of agricultural crops, taking into account environmental requirements agrolandscape systems Kyzylorda region, allowing efficient use of land and water resources of the region are optimized.

**Keywords:** method, planning, experiment agrolandscape, composition, structure, ecology, figure, water demand, culture, land, formation principle.

УДК 631.413.3

**А.Т. Козыкеева<sup>1</sup>, Ж.С.Мустафаев<sup>2</sup>, С.Д. Даулетбай<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Д-р техн. наук, доцент, <sup>2</sup>Д-р техн. наук, профессор, <sup>3</sup>Докторант PhD*

<sup>1</sup>*Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы, Казахстан*

<sup>2</sup>*Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан*

**ТЕХНОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОГО ОБУСТРОЙСТВА И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЕЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ В ВОДОСБОРНЫХ БАСЕЙНАХ РЕКИ ШУ**

На основе принципов комплексного обустройства речных бассейнов произведены оптимизация структуры и восстановление экологического каркаса водосборов, облагораживание местной гидрографической сети и создание искусственных водоемов, а также приведены экологически ориентированные системы землепользования – система адавтивно-ландшафтного земледелия для бассейна реки Шу.

**Ключевые слова:** почва, земледелие, водосбор, экология, структура, каркас, система, сеть, севооборот, ландшафт, адаптация.

Проблема преобразования естественных (девственных) ландшафтов в агроландшафты, сопровождающееся истощением природных ресурсов, разрушением почвенного покрова, загрязнением воды и воздуха, является весьма важной в широком комплексе исследований воздействия человека на окружающую среду.

В связи с этим технология комплексного обустройства речных бассейнов должны включать все основные процессы, режимы и компоненты водосборов, которые обеспечивают функциональную деятельность природной системы. Для реализации их построена обобщенная функционально-технологическая схема комплексного обустройства бассейна реки Шу, на базе разработанных А.Р. Хафизовым при комплексном обустройстве водосборов Западного Башкортостана [1], которые отличаются от них специфическими особенностями организационно-хозяйственной деятельностью (рис. 1).

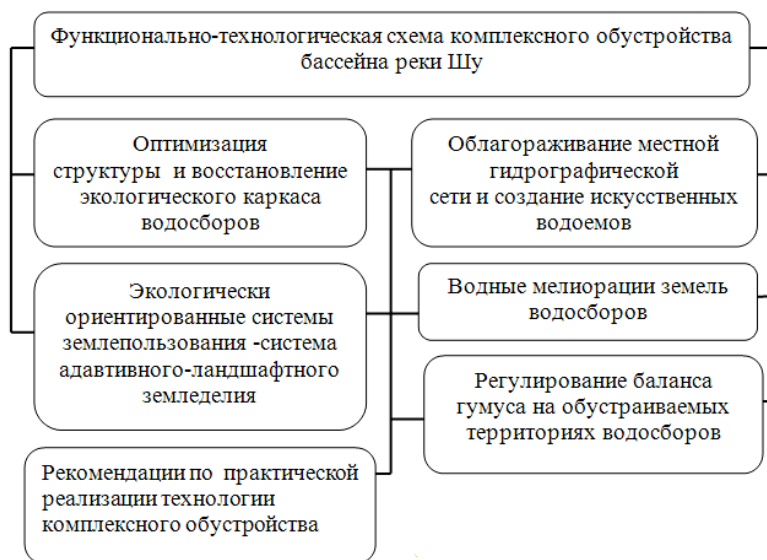


Рис. 1. Функционально-технологическая схема комплексного обустройства бассейна реки Шу

**1. Оптимизация структуры и восстановление экологического каркаса водосборов.** Одна из сложных современных проблем в водосборе бассейне реки Шу является проблема нарастания противоречий между природными процессами и процессами социально-экономического развития и использования природных ресурсов в основном аграрного производства, которые существенно влияют на целостность природных экосистем и структурно-функциональной организации ландшафтов, обуславливают глубокие изменения почвенного и растительного покровов, снижают уровень экологической продуктивности ландшафтов [2-6].

Несоблюдение в процессе производственно-хозяйственной деятельности законов природы и принципов природопользования привело к нарушению устойчивости ландшафтных систем, возникновению негативных экологических последствий и ухудшению условий среды обитания человека.

Важнейшей и одновременно сложной задачей формирования экосети водосборов бассейна реки Шу является пространственная организация

антропогенно-трансформированных ландшафтов – агроландшафтов. Учитывая это, необходима регулируемая реконструкция и оптимизация агроландшафтов с приближением их пространственной структуре и вещественно-энергетического обмена до уровня природных ландшафтов с учетом двух системно-экологических уровней – ландшафтного и водосборного бассейна реки Шу [2-6]. Ландшафтно-водосборный принцип предусматривает структуризацию угодий, формирование в пределах водосбора экологического каркаса, обеспечивающих экологическую устойчивость ландшафтов, в том числе агроландшафтов.

При этом показателями эффективности ландшафтов являются коэффициент экологической устойчивости и степень нарушенности структуры водосборов  $\bar{w}$ , определяемая отношением интенсивно используемых земель к общей площади водосбора:  $\bar{w} = w_{op} / w_o$ , где  $w_{op}$  – площадь интенсивно используемых земель, га;  $w_o$  – общая площадь водосбора, га [7].

Различают слабую степень нарушенности ландшафтов ( $\bar{w} = 0,15-0,20$ ) обозначающую, что экологический каркас сохранил непрерывность; среднюю ( $\bar{w} \leq 0,21-0,40$ ) – экологический каркас близок к разделению на отдельные природные массивы; сильную ( $\bar{w} \leq 0,41-0,50$ ) – экологический каркас разделен на крупные природные массивы, способные к саморегуляции; критическую ( $\bar{w} > 0,50$ ) – экологический каркас разделен на отдельные природные массивы, неспособные к саморегуляции [7].

С учетом степени нарушенности ландшафтов водосборного бассейна реки Шу должны разрабатываться природоохранные мероприятия, поддерживающие экологическую устойчивость, и практические рекомендации по восстановлению экологического каркаса водосборного бассейна реки Шу. С этой целью нами были изучены и определены степени нарушенности структуры водосборов и ландшафтов водосборного бассейна реки Шу (табл. 1).

Таблица 1

Степень нарушенности структуры водосборов и ландшафтов водосборов бассейна реки Шу

Республика, область	Район	Общая площадь, га	Площадь земледелия, га	Степень нарушенности структуры водосборов
1	2	3	4	5
Кыргызская Республика, Чуйская область	Панфиловский	486100		
	Жайылский	302800		
	Московский	302800		
	Сокулукский	200000		
	Аламудунский	302800		
	Иссык-Атинский	302800		
	Чуй-Токмакский	159200		
	Кеменский	353300		
Итого		2409800	289900	0.1200

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
Республика Казахстан, Жамбылская область	Т. Рыскулова	1050000	170840	0.1630
	Меркенский	710000	115570	0.1630
	Шуский	1200000	151430	0.1260
	Кордайский	897300	152160	0.1700
	Мойынкумский	5040000	8410	0.0017
	Сарысуский	3130000	7500	0.0023
Итого		12027300	605910	0.0500
Всего		14437100	895810	0.0620

Коэффициент экологической устойчивости и степень нарушенности структуры водосбора бассейна реки Шу равен 0,0620, то есть это показывает ненарушенность природной системы водосбора. На территории Кыргызской Республики коэффициент экологической устойчивости и степень нарушенности структуры водосбора в сравнении с общим водосбором бассейна реки Шу, выше, то есть равно 0,1200, который показывает ненарушенность их ландшафтной системы. На территории Республики Казахстан коэффициент экологической устойчивости и степень нарушенности структуры водосбора равен 0,0500, что объясняется наличием большого земельного ресурса, то есть в сравнении с Кыргызской Республикой располагаемые земельные ресурсы в 6 раз больше.

Однако, коэффициент экологической устойчивости и степень нарушенности структуры водосбора внутри располагаемых территорий Республики Казахстан, то есть в районе Т. Рыскулова, в Меркенском и Кордайском районах соответственно равен 0,1630, 0,1630 и 0,1700, которые показывают, что экологический каркас сохранил непрерывность, а на территориях Шуского, Мойынкумского и Сарысуского районах он находится в пределах (0,0017-0,1260) ненарушенности ландшафтов.

Следовательно, в данном этапе использования земельных ресурсов для земледелия не требуется оптимизация структуры и восстановление экологического каркаса водосборов бассейна реки Шу.

**2. Облагораживание местной гидрографической сети и создание искусственных водоемов.** Создание искусственных водоемов (водохранилищ) водосбора бассейна рек – наиболее активная форма регулирования распределения во времени речного стока в интересах различных отраслей народного хозяйства. При этом водохранилища, как новые антропогенные водные объекты, возникающие сравнительно быстро (с гидрологической точки зрения) и не прошедшие периода эволюционного развития в составе единого природного комплекса речного бассейна, вступают в интенсивное взаимодействие с окружающей их природной средой.

Таким образом, комплекс водохранилища – речной бассейн представляет собой определенную природно-техногенную систему, в пределах которой водообмен формируется в результате сложного совместного взаимодействия антропогенного объекта – водохранилища и природного объекта – речного бассейна, что повышает экологическую устойчивость водосборов, так как коэффициент экологической устойчивости водоемов в 5,6 раза выше, чем у пашен.

В водосборном бассейне реки расположены два водохранилища, то есть на территории Кыргызской Республики – Орто-Токойское и на территории Республики Казахстан – Тасоткельское водохранилища (табл. 2).

Таблица 2

Технико-эксплуатационные показатели водохранилищ  
в водосборах бассейна реки Шу

Показатели	Ед. изм.	Водохранилища	
		Орто-Токойское	Тасоткельское
Физико-географический район			
Зона		Предгорная	Предгорная равнинная
Пояс		Среднегорная	Долина-предгорная
Фация		Трансэлювиальная	Трансаккумулятивная
Техническая характеристика			
Польный объем	млн.м <sup>3</sup>	470.0	
Полезный объем	млн.м <sup>3</sup>	450.0	550.0
Мертвый объем	млн.м <sup>3</sup>	20.0	
Площадь зеркала при НПУ	км <sup>2</sup>	23.2	
Годовой объем подачи воды из водохранилища	млн.м <sup>3</sup>	800.0	550.0
Объем воды, используемый Кыргызстаном	%	79.3	0.00
Объем воды, используемый Казахстаном	%	20.7	100.0
Затопленные земли	га	3300.0	8460.0
Подтопленные земли	га	220.0	5822.0
Опустынивание	га	-	300000.0

В целом наличие в водосборах бассейна реки Шу Орто-Токойского и Тасоткельского водохранилищ, расположенных соответственно в трансэлювиальных и трансаккумулятивных фациях в определенной степени обеспечивают экологическую устойчивость экологического каркаса предгорных и предгорно-равнинных территорий. Однако, за счет зарегулирования стока водосборного бассейна реки Шу в равнинных зонах, то есть в супераквальных и субаквальных фациях, расположенных в пустынном географическом поясе происходит процесс опустынивания, которое охватывает территории Мойнкумского и Сарысуского районов Жамбылской области Республики Казахстан.

При этом коэффициент экологической устойчивости и степень нарушенности структуры водосборов  $\bar{w}$ , если общая площадь Мойнкумского и Сарысуского районов составляет 8170000 га и площадь охватывающих процесс опустынивания – 300000 га, то есть равно 0,036, что характеризует ненарушенность ландшафтных систем. В связи с этим, необходимо восстановить Гуляевский, Уланбельский и Камкалинский естественные лиманы, расположенные в суариальных дельтах, то есть, в супераквальных и субаквальных фациях водосборов бассейна реки Шу за счет эколого-санитарных попусков, предусмотренных международной конвенции ООН для сохранения экологической устойчивости природной системы в зоне маганизирования стока.

**3. Экологически ориентированные системы землепользования - система адаптивного-ландшафтного земледелия.** В настоящее время актуальным вопросом является коренное изменение самого процесса формирования агрономических решений на основе внедрения экологически сбалансированных систем земледелия с широким привлечением возможностей современной техники и технологии. В условиях общего дефицита природных и материальных ресурсов особое значение приобретает их рациональное использование с привлечением наукоемких технологий.

Особое место в современной аграрной науке имеет развитие адаптивно-ландшафтные системы земледелия (АЛСЗ) – это «система использования земли определенной агроэкологической группы, ориентированная на производство продукции, экономически и экологически обусловленного количества и качества в соответствии с общественными (рыночными) потребностями, природными и производственными ресурсами, обеспечивающие устойчивость агроландшафта и воспроизводство почвенного плодородия» [8].

Сущность адаптивно-ландшафтной системы заключается в эффективном хозяйственном использовании земель с учетом их дифференциации по агроэкологическим группам в соответствии с конъюнктурой рынка, наличием природных и производственных ресурсов, обеспечивающих устойчивость агроландшафта и воспроизводство почвенного плодородия.

Термин «ландшафтная» в названии системы означает, что она разрабатывается в структурно-функциональной иерархии агроландшафта применительно к конкретной его категории, трансформированной в соответствии с оценкой экологических условий в агроэкологическую группу земель.

Новый методологический подход к формированию адаптивно-ландшафтных систем земледелия позволяет сформулировать основные положения их классификации. Главными ее критериями представляются: совокупность природных факторов, основные направления растениеводства с учетом потребностей в той или иной продукции, совокупность факторов интенсификации производства (формы и уровни интенсификации), основные способы производства и формы использования земель, экологические ограничения (табл. 3).

Таблица 3

Базовая модель адаптивно-ландшафтного земледелия водосборов бассейна реки Шу

Физико-географическая зона		Энергетический показатель		Виды и состав севооборота	
фация	район	$K_y$	$\sum t^o C$	тип	состав
1	2	3	4	5	6
Кыргызская экологическая система (Чуйская область)					
Элюви-альная (горная)	Кеменский, Чуй-Токмакский	<0.80	<850	Кормовые, овощно-кормовые и зерновые	Многолетние травы
					Кукуруза на силос
					Картофель
					Овощи
					Яровые зерновые
					Сады и ягодники

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
Транс-элювиальная (предгорная)	Чуй-Токмакский, Иссык-Атинский	0.80-0.45	1500-2900	Кормовые, овощно-кормовые и зерновые	Многолетние травы
					Кукуруза на силос
					Картофель
					Овощи
					Яровые зерновые
					Сады и ягодники
					Бахчевые
					Кукуруза на зерно
Трансаккумулятивная (предгорная равнинная)	Чуй-Токмакский, Аламудунский, Сокулукский, Московский,	0.45-0.15	2900-3400	Кормовые, овощно-кормовые, зерновые и свекловичные	Многолетние травы
					Кукуруза на силос
					Картофель
					Овощи
					Яровые зерновые
					Сады и ягодники
					Бахчевые
					Кукуруза на зерно
	Жайылский, Панфиловский				Озимая пшеница
					Подсолнечник
					Сахарная свекла
					Соя
Казахстанская экологическая система (Жамбылская область)					
Элювиальная (горная)	Кордайский	<0.80	<850	Кормовые, овощно-кормовые и зерновые	Многолетние травы
					Кукуруза на силос
					Картофель
					Овощи
					Яровые зерновые
Транс-элювиальная (предгорная)	Кордайский	0.45-0.25	2900	Кормовые, овощно-кормовые и зерновые	Многолетние травы
					Кукуруза на силос
					Картофель
					Овощи
					Яровые зерновые
					Сады и ягодники
					Бахчевые
					Кукуруза на зерно
Озимая пшеница					
Подсолнечник					

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
Трансаккумулятивная (предгорная равнинная)	Меркентский, Шуский	0.25-0.15	3200-3700	Кормовые, овощно-кормовые, зерновые и свекловичные	Многолетние травы
					Кукуруза на силос
					Картофель
					Овощи
					Яровые зерновые
					Сады и ягодники
					Бахчевые
					Кукуруза на зерно
					Озимая пшеница
					Подсолнечник
					Сахарная свекла
Супераквальная (равнинная)	Мойынкумский, Сарысуский	0.15-0.10	3500-3900	Кормовые, овощно-кормовые и зерновые	Многолетние травы
					Кукуруза на силос
					Картофель
					Овощи
					Яровые зерновые
					Сады и ягодники
					Бахчевые
					Кукуруза на зерно
					Озимая пшеница
					Подсолнечник
					Субаквальная (равнинная)
Кукуруза на силос					
Картофель					
Овощи					
Яровые зерновые					
Сады и ягодники					

Первая группа факторов, объединенных в понятие «агроэкологическая группа земель» (категория агроландшафта), определяет природные предпосылки развития земледелия (размещение угодий, культур, технологий их возделывания и др.). При этом название системы земледелия устанавливается в соответствии с агроэкологической классификацией земель и природно-хозяйственным районированием.

В основу интегральных критериев по обеспечению агроэкологической устойчивости агроландшафтов следует принять положение о том, что средневзвешенная оросительная норма сельскохозяйственных культур кормового севооборота ( $O_p^{cp}$ ) не должна превышать экологически безопасную норму водопотребности сельскохозяйственных угодий ( $O_p^3$ ), то есть  $O_p^{cp} \leq O_p^3$  или  $O_p^{cp} / O_p^3 = 1.0$  [8].

Таким образом, для агроэкологического обоснования оптимального состава и структуры севооборота можно использовать следующую систему уравнений:



$$O_p^M \cdot \alpha_M + \sum_{i=1}^n O_{pi}^C \cdot \alpha_i \leq O_p^3; \quad \alpha_M + \sum_{i=1}^n \alpha_i = 1.0,$$

где  $O_p^O$  – оросительная норма основных культур севооборота;  $\alpha_O$  – доля участия основных культур в структуре севооборота;  $O_{pi}^C$  – оросительная норма  $i$ -ой сопутствующий сельскохозяйственной культуры севооборота;  $\alpha_i$  – доля участия  $i$ -ой сопутствующей сельскохозяйственной культуры в севообороте.

Таким образом, при оптимизации состава и структуры севооборота за независимые переменные, приняты следующие: доля участия сельскохозяйственных культур в севообороте ( $\alpha_i$ ) и оросительная норма сельскохозяйственных культур кормового севооборота ( $O_{pi}^C$ ).

В таком виде решить систему уравнений для оптимизации структуры и состава севооборота достаточно трудно. В связи с этим для приближенного агроэкологического обоснования оптимального состава и структуры севооборота вышеуказанную систему уравнений можно представить в следующем виде:

$$O_p^O \cdot \alpha_O + O_{pc}^{cp} \cdot \alpha_c \leq O_p^3; \quad \alpha_O + \alpha_c = 1.0,$$

где  $O_{pc}^{cp}$  – средняя взвешенная оросительная норма сопутствующих сельскохозяйственных культур севооборота;  $\alpha_n$  – доля участия сопутствующих сельскохозяйственных культур в кормовом севообороте.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хафизов, А.Р. Перспективы обустройства водосборов в Башкирии [Текст] / А.Р. Хафизов // Мелиорация и водное хозяйство. – 2008. – №6. – С. 9-10.
2. Мустафаев, Ж.С. Моделирование функционирования водосборов бассейна реки Шу при комплексном обустройстве [Текст] / Ж.С. Мустафаев, А.Т. Козыкеева, К.Ж. Мустафаев, С.Д. Даулетбай // Гидрометеорология и экология. – 2014. – №2. – С.111-122.
3. Козыкеева, А.Т. Оценка техногенной нагрузки на водосборный бассейн трансграничной реки Шу [Текст] / А.Т. Козыкеева, Н.И. Иванова, К.Б. Койбагарова, С.Д. Даулетбай // Материалы международной научно-практической конференции «Техносферная безопасность: наука и практика». – Бишкек, 2015. – С. 93-95.
4. Мустафаев, Ж.С. Обоснование необходимости обустройства водосборов бассейна реки Шу [Текст] / Ж.С. Мустафаев, А.Т. Козыкеева, С.Д. Даулетбай // Вестник КНУ: «Устойчивое развитие Центральной Азии». Специальный выпуск: «Водные ресурсы Казахстана: Современное состояние, проблемы, пути их решения». – 2014. – №2(4). – С.26-34.
5. Кирейчева, Л.В. Оценка антропогенной нагрузки в бассейне реки Шу [Текст] / Л.В. Кирейчева, А.Т. Козыкеева, С.Д. Даулетбай // Материалы

- VIII международной научно-практической конференции «Современные концепции научных исследований». – Москва, 2014. – С.72-75.
6. Кирейчева, Л.В. Оценка экологической устойчивости водосборов в бассейне реки Шу при их комплексном обустройстве [Текст] / Л.В. Кирейчева, А.Т. Козыкеева, С.Д. Даулетбай // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – №9 (40). – Часть 3. – С. 23-26.
  7. Хафизов, А.Р. Комплексное обустройство (мелиорация) водосборов на примере рек Западного Башкортостана [Текст]: автореферат дисс. ... д-ра техн. наук / А.Р. Хафизов. – Москва, 2010. – 47 с.
  8. Мустафаев, Ж.С. Адаптивно-ландшафтные мелиорации земель в Казахстане [Текст] / Ж.С. Мустафаев, А.Д. Рябцев. – Тараз, 2012. – 528 с.

Материал поступил в редакцию 13.04.16.

**Ә.Т. Қозыкеева, Ж.С. Мұстафаев, С.Д. Дәулетбай**

<sup>1</sup>Қазақ ұлттық аграрлық университеті, Алматы қ., Қазақстан

<sup>2</sup>М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

### ШУ ӨЗЕНІНІҢ СУ ЖИНАҒЫШ АУДАНЫН КЕШЕНДІ ҮЙЛЕСТІРУДІҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫ ЖӘНЕ ОНЫ ІСКЕ АСЫРУДЫҢ НҰСҚАСЫ

Өзен алаптарын кешенді үйлестіру қағидаларының негізінде Шу өзенінің асу жинағыш алабының экологиялық қаңқасын қалпына келтіру және құрамын оңтайлау, жергілікті гидрографикалық желілерді қадірлеу және мәдени су айдындарын тұрғызумен қатар бейімделген-ландшафттық егіншілік жүйесіне бағдарланған жерді пайдалану жүйесін құру мәселелері қарастырылған.

**Түйін сөздер:** топырақ, егіншілік, су жинағыш, экология, құрылым, қаңқа, жүйе, желі, ауыспалы егістік, ландшафт, бейімделу.

**Zh.S. Mustafaev, A.T. Kozykееva, S.D. Dauletbaev**

<sup>1</sup>Kazakh National Agrarian University, Almaty, Kazakhstan

<sup>2</sup>Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

### TECHNOLOGY INTEGRATED DEVELOPMENT AND RECOMMENDATIONS FOR ITS PRACTICAL IMPLEMENTATION IN THE CATCHMENT BASIN OF THE RIVER SHU

On the basis of the principles of integrated river basin arrangement made to optimize the structure and restore watersheds ecological framework, upgrading the local hydrographic network and the creation of artificial reservoirs, as well as lists of environmentally oriented system of land use-system-landscape agriculture adaptivnogo for Shu River basin.

**Keywords:** soil, agriculture, watershed ecology, structure, frame, systems, networks, crop rotation, terrain adaptation.

УДК 911.2

И.П. Заволока<sup>1</sup>, Е.С. Ахметов<sup>2</sup>, К.Б. Абдешев<sup>3</sup><sup>1</sup>Канд. с-х. наук, доцент, <sup>2</sup>Канд. экон. наук, доцент, <sup>3</sup>Докторант<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, г. Мичуринск, Россия<sup>2,3</sup>Таразский государственный университет им.М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан**ИЗУЧЕНИЕ СТРОЕНИЯ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ  
АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНОГО ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА**

В данной статье рассмотрены результаты анализа строения водосборных бассейнов территории Тамбовской области РФ, в разрезе их влияния на состав и качество земельного фонда.

**Ключевые слова:** бассейновый подход, землеустройство, структура водосборов, бассейновое природопользование, организация землепользований.

Проблема рационализации природопользования является на сегодняшний день одной из важнейших проблем всего человечества. Ее острота обусловлена постоянным ростом антропогенного воздействия и недостаточностью мер применяемых для сохранения природных комплексов. Следствием негативных процессов становится ухудшение условий хозяйственной деятельности. В условиях возросшего антропогенного воздействия для рационального управления природопользованием становится необходимым поиск оптимального взаимодействия между хозяйством, человеком и природой, т.е. сбалансированного отношения между эксплуатацией геосистем, их охраной и целенаправленным преобразованием [1, 2]. В территориальном землеустройстве РФ в настоящее время предполагается наличие схемы природно-хозяйственного районирования территории. Земельно-оценочный район – часть территории области (края), республики со сходными геоморфологическими, агроклиматическими и почвенно-мелиоративными условиями, влияющими на специализацию и уровень интенсивности земледелия. Границы земельно-оценочных районов по возможности совмещаются с границами административных районов, а при их значительной неоднородности с границами землепользований сельскохозяйственных предприятий. Чаще всего используются усредненные данные по природным условиям границ хозяйств, административных районов и других субъектов. Описание при этом получают достаточно усредненными, не учитывающими состояние конкретных наделов [1]. Между тем, на сегодняшний день, широкое распространение в географии, геологии, гидрологии и других науках получил бассейновый подход, рассматривающий территорию как совокупность бассейнов различных порядков, обладающих различной структурой. Основные положения этого подхода содержатся в трудах ученых: Р. Хортон, В.М. Разумовского, Ф.Н. Лисецкого, А.Я.Немыкина, Л.М. Корытного, Ю.Г. Симонова, Т.Ю. Симоновой, В.М.Смолянинова, В.Н. Жердева, В.И. Шмыкова, О.А. Борсука, Ф.Н.Милькова, В.Б. Михно, С.П. Горшкова.

В данной статье мы приведем результаты анализа строения водосборных бассейнов территории Тамбовской области РФ, в разрезе их влияния на состав и качество земельного фонда. На сегодняшний день

методика исследования речных бассейнов основывается на определении порядков рек по системе, разработанной А. Стралером и независимо от него, В.П. Фиолософовым [3]. Эта система является на сегодняшний день классической и применяется такими учеными в области бассейновых исследований как Ю.Г. Симонов, Л.М. Корытный, Ф.Н. Лисецкий, В.М.Смолянинов, Т.Ю. Симонова, В.И. Шмыков и др. Результаты кодировки рек расположенных на территории Тамбовской области представлены на рисунках 1 и 2. Стоит отметить, что кодировка речной сети проводилась, начиная с эрозионных форм, именно так как это принято в геоморфологии [4.] Кодировка овражно-балочной сети осуществлялась по карте масштабом 1: 500000.

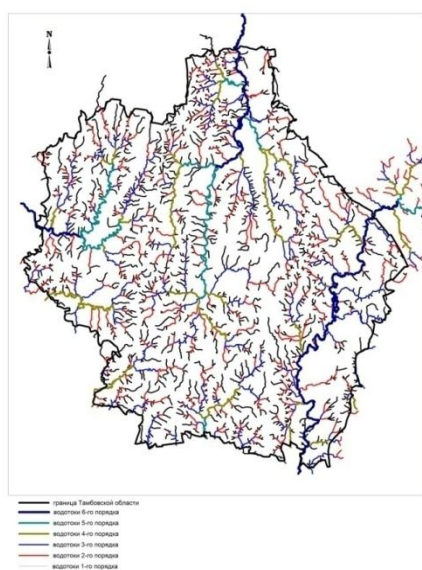


Рис. 1. Порядковая структура долинной и овражно-балочной сети территории Тамбовской области

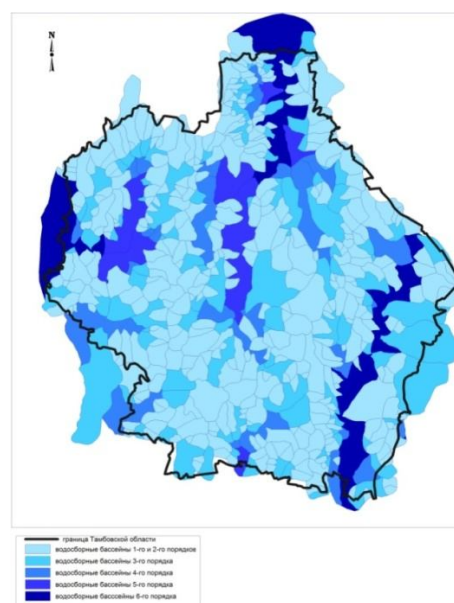


Рис. 2. Пространственная организация бассейновой структуры территории Тамбовской области

Как показал анализ, крупнейшие реки области достигают 6-го порядка (р. Цна, р. Воронеж, р. Ворона), причем порядок р. Цны и р. Воронежа складывается за счет водотоков исследуемой территории, а р. Ворона входит в регион, уже имея 6-й порядок.

Общая площадь всей овражно-балочной сети составляет 11724.7 км, таким образом, густота овражно-балочной сети составляет в среднем по области  $0,34 \text{ км/км}^2$ . В целом исследуемая территория менее расчленена в сравнении с другими областями центрального Черноземья, к примеру, по данным Ф.Н. Лисецкого в Белгородской области этот показатель составляет  $0,70 \text{ км/км}^2$ . Однако, распределение овражно-балочной сети не равномерно, что указывает на разнородность условий формирования водотоков (табл. 1).

Бассейны одинаковых порядков существенно отличаются друг от друга по площади и внутренней структуре, так на территории Тамбовской области минимальный по площади бассейн 3-го порядка занимает  $35,8 \text{ км}^2$ , в то время как максимальная площадь составляет  $988,5 \text{ км}^2$ , средняя площадь бассейнов возрастает с увеличением порядка водосбора, а количество убывает (табл. 2).

Таблица 1

## Порядковая структура водотоков Тамбовской области

Показатель	Номер порядка						Всего
	1	2	3	4	5	6	
Количество, шт.	1537	400	108	28	7	3	2083
Длина, км	5670.5	2537.9	1778.7	784.4	444.7	508.5	11724.7
Средняя длина, км	3.7	6.3	16.6	28.0	63.5	169.5	-
Минимальная длина водотока, км	0.2	0.3	0.7	4.8	15.9	39.2	-
Максимальная длина водотока, км	26.3	40.9	76.3	109.5	141.3	337.5	-

Таблица 2

## Распределение площадей по бассейнам различных порядков

Показатель	Порядок бассейна					Всего
	2	3	4	5	6	
Количество, шт.	389	111	28	7	3	538
Площадь, км <sup>2</sup>	20755.9	25895.2	22961.7	17139.4	29169.4	115921.6
Средняя площадь, км <sup>2</sup>	53.6	233.3	820.1	2448.5	9723.1	-
Минимальная площадь водосбора, км <sup>2</sup>	3.1	35.8	168.5	1182.0	7649.7	-
Максимальная площадь водосбора, км <sup>2</sup>	404.3	988.5	2846.1	5338.8	13623.9	-

Большой размер бассейна указывает на «отсталость» в его развитии, а водосборы с малой площадью, напротив, более развиты. Они появились в результате усложнения бассейнов, имеющих более высокий порядок. К примеру, бассейн 2-го порядка при появлении в определенном месте русел 1-го порядка, меняет свой порядок на 3-й. Это происходит тогда, когда увеличивается увлажнение, и длина склона становится достаточной, для появления нового русла. Таким образом, малые размеры бассейна 3-го порядка говорят об их относительной молодости. Все элементы бассейна: русла, склоны, находятся в определенной связи. Эта связь выражается в характере процессов, протекающих в бассейне. Так бассейны, имеющие средние размеры наиболее устойчивы для данной территории. Чем выше порядок бассейна, тем больше различных элементов в его составе. Самыми простыми являются бассейны первого порядка, имеющие в своем составе русло и два склона. В состав водосборов 2-го порядка входит как минимум два русла первого порядка и русло второго порядка. В бассейне 3-го порядка обязательно присутствует один водоток 3-го порядка, как минимум два водотока 2-го порядка, для образования каждого из которых требуется не меньше двух русел 1-го порядка, при этом каждому водотоку соответствует склон, опирающийся на него.

Для анализа внутренней структуры водосборного бассейна используется множество параметров, таких как индекс структуры площадей,

индекс структуры длин, индекс структуры уклонов, индекс структуры бифуркации (ИСБ). Каждый из перечисленных индексов указывает на характер протекающих внутри водосбора процессов, что позволяет оценить его состояние [3]. В данном исследовании была проведена работа по определению индекса структуры бифуркации для всех бассейнов 3-го и 4-го порядков на территории Тамбовской области, результаты которой представлены на рисунках 3 и 4.

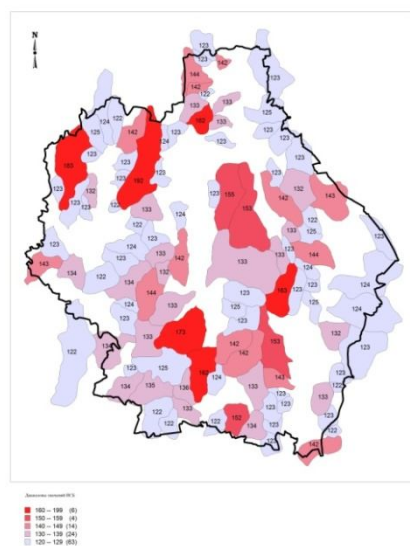


Рис.3. Градация водосборов 3-го порядка по степени расчлененности

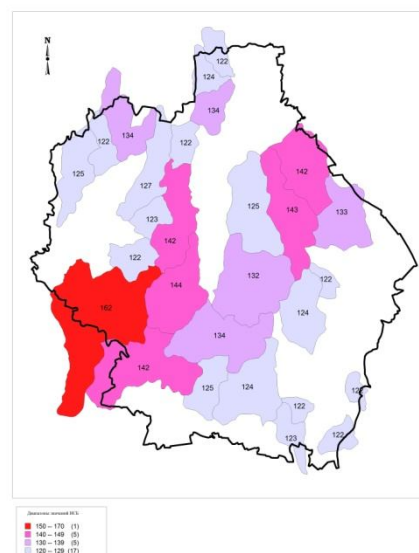


Рис. 4. Градация водосборов 4-го порядка по степени расчлененности

Установленные в результате расчета индексы свидетельствуют о сильной градации соотношения разнопорядковых водотоков в бассейнах 3-го порядка, индекс структуры бифуркации колеблется от самого простого 122, до самого сложно устроенного 192. При этом слаборасчлененные в среднем звене водосборы (ИСБ=122-129) занимают больше половины площади бассейнов 3-го порядка (табл. 3).

Таблица 3

Распределение водосборов 3-го порядка по ИСБ

Показатель	Индекс структуры бифуркации водосборов 3-го порядка					всего
	122-129	132-139	142-149	152-159	162 и выше	
Количество, шт.	63	24	14	4	6	111
Доля в общем количестве, %	56.8	21.6	12.6	3.6	5.4	100
Площадь, км <sup>2</sup>	11872.8	5827.8	3570.2	1804.6	2819.8	25895.2
Доля в общей площади, %	45.8	22.5	13.8	7.0	10.9	100
Средняя площадь, км <sup>2</sup>	188.4	242.8	255.0	451.2	470.0	-

Для бассейнов 4-го порядка градация значительно ниже от 122 до 162, а площадь водосборов обладающих наименьшей степенью разветвленности (ИСБ=122-129) возрастает до 60,8% (табл. 4). Чем выше степень расчлененности в однопорядковых бассейнах, тем, при равных условиях, быстрее они отводят воду с территории водосбора. Считаем, что различия в организации однопорядковых водосборов заслуживают подробного изучения, поскольку способствующие этому факторы могут быть учтены в ходе землеустроительного проектирования.

Таблица 4

Распределение водосборов 4-го порядка по ИСБ

Показатель	Индекс структуры бифуркации водосборов 4-го порядка				
	122-129	132-139	142-149	152 и выше	всего
Количество, шт.	17	5	5	1	28
Процентное соотношение к общему количеству, %	60.8	17.8	17.8	3.6	100
Площадь, км <sup>2</sup>	8787.4	5274.8	6053.4	2846.1	22961.7
Доля в общей площади, %	38.3	23.0	26.3	12.4	100
Средняя площадь, км <sup>2</sup>	516.9	1054.96	1210.7	2846.1	-

Состав земельного фонда и пригодность земель различным видам использования находятся в строгой зависимости от бассейновой структуры территории. Склоны, опирающиеся на водотоки различных порядков, отличаются друг от друга почвенным составом и степенью деградации. Водосборы малых порядков чаще всего приурочены к плакорам и в меньшей степени деградированы.

Речной бассейн имеет перспективы стать основной пространственной ячейкой для различных видов природопользования, а также управления, он подлежит тщательному и многогранному анализу. Использование бассейнового подхода в рамках природно-техногенного районирования территорий позволяет почти безошибочно выделять природно-техногенные территориальные системы, которые формируются в основном за счет природных факторов [4, 5]. Задача достижения баланса в структуре земельного фонда в условиях склонового рельефа может быть решена только в случае, если землепользования станут частью почвоводоохранного обустройства, наиболее перспективно для этих целей внедрение бассейнового природопользования [6]. Бассейновая организация территории дополняет ландшафтную организацию объектов и явлений, особенно в плане их латеральной и парагенетической связанности [7].

По мнению авторов работы, исследования в области землеустройства не в полной мере раскрывают потенциал бассейновой концепции природопользования. Исследуя речной бассейн как объект землеустройства, следует шире опираться на его морфологическое строение, закономерности развития и характеристики внутренних процессов. Данное исследование не имеют целью противопоставить бассейновый подход классическим принципам проектирования землеустроительных мероприятий. Бассейновый принцип организации территорий на основе анализа структур водосборных

площадей, призван дополнить и обобщить имеющиеся научные достижения в области землеустройства, ландшафтоведения, природопользования, гидрологии и экологии.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шмыков, В.И. Использование бассейнового подхода в территориальном землеустройстве и землепользовании [Текст] / В.И. Шмыков, А.А. Михайлов // Всероссийская конференция «VII Шукинские чтения»: Москва, МГУ имени М.В. Ломоносова, Материалы конференции. – М.: МАКС Пресс, 2015.– С.363-366.
2. Михайлов, А.А. Анализ бассейновой структуры территории Тамбовской области [Текст] / А.А. Михайлов // Вестник МичГАУ. – 2014. – №3. – С. 42-43.
3. Симонов, Ю.Г. Речной бассейн и бассейновая организация географической оболочки [Текст] / Ю.Г. Симонов, Т.Ю. Симонова // Эрозия почв и русловые процессы. – М.: Изд-во МГУ им. М.В. Ломоносова, 2004. Вып.14. – С.7-32.
4. Коротный, Л.М. Теоретическое обоснование бассейновой концепции в природопользовании [Текст] / Л.М. Коротный // Эколого-географические исследования в речных бассейнах. – 2001. – С. 110-117.
5. Русинов, П.С. Геоэкологические аспекты изменения структуры земельных ресурсов интенсивно освоенных территорий (на примере сельскохозяйственных угодий Семилукского района Воронежской области Российской Федерации) [Текст] / П.С. Русинов, В.Н. Жердев, С.Д. Беспалов. – Воронеж: ИСТОКИ, 2006. – 132 с.
6. Лисецкий, Ф.Н. Бассейновый подход к организации природопользования в Белгородской области [Текст] / Ф.Н. Лисецкий, А.В. Дегтярь, А.Г. Нарожняя. – Белгород.: КОНСТАНТА, 2013. – 88 с.
7. Кузьменко, Я.В. Применение бассейновой концепции природопользования для почвоводоохранного обустройства агроландшафтов [Текст] / Я.В. Кузьменко, Ф.Н. Лисецкий, А.Г. Нарожняя // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – № 1(19). – С. 2432- 2435.

*Материал поступил в редакцию 03.03.16.*

**И.П. Заволока<sup>1</sup>, Е.С.Ахметов<sup>2</sup>, К.Б.Абдешев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ЖБ ФМББМ Мичурин МАУ, Мичуринск қаласы, Ресей Федерациясы  
<sup>2</sup>М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

**БЕЙІМДІ-ЛАНДШАФТТЫҚ ЖЕРГЕ ОРНАЛАСТЫРУ  
МАҚСАТЫНДА ӨЗЕН АЛАПТАРЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫН ЗЕРТТЕУ**

Берілген мақалада Ресей Федерациясы, Тамбов облысының территориясындағы су жинау алаптарының құрылымын талдау нәтижелері, оның жер қоры құрамына және сапасына әсеру етуі аясында қарастырылған.

**Түйін сөздер:** алаптық тәсілдеме, жерге орналастыру, су жинағыштар құрылымы, алаптық табиғатты пайдалану, жер пайдалануды ұйымдастыру.



I.P. Zavoloka<sup>1</sup>, Y.S. Akhmetov<sup>2</sup>, K.B. Abdeshev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mishurinsk State Agrarian University, Mishurinsk city, Russia

<sup>2</sup>Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

### STUDY OF STRUCTURE FOR RIVER BASIN ADAPTIVE- LANDSCAPE LAND

This article describes the results of the structural analysis of watersheds in Tambov region of the Russian Federation, in the context of their impact on the composition and quality of the land fund.

**Keywords:** basin approach, land management, catchment structure, basin of natural resources, the organization of land use.

ӘОЖ 627.823

Р. Жұрымбаева<sup>1</sup>, Г. Қожамқұлова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Техн. ғылымдарының канд., доцент, <sup>2</sup>Магистр

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

### СУАҒАРЛЫ БӨГЕТТІҢ ТӨМЕНГІ БЬЕФІНІҢ ЖАҢА КОНСТРУКЦИЯЛАРЫ

Мақалада құрылымдардың құрылысы мен оларды қайта құруға жұмсалатын шығындарды азайтуға мүмкіндік беретін суағарлы бөгеттердің төменгі бьефінде ағын энергиясын бәсеңдету үшін жаңа құрылымдарды әзірлеуге қатысты ізденістер нәтижелері келтірілді.

**Түйін сөздер:** суағарлы бөгет, төменгі бьеф, ағынның энергиясын бәсеңдету, ауытқымалы ағыстар, ағын шашыратқыштар, бәсеңдеткіш-жайылтқыш, суұрма құдық, меншікті өтім.

Суағарлы бөгеттерде, су тастағыш құрылымдарда, тезағарларда су ағыны жоғары бьефтен төменгі бьефке әдетте өзен ағынының тұрмыстық жағдайлардағы энергиясынан бірнеше есе асатын жоғары жылдамдық пен кинетикалық энергиямен қашыртқылайды, соның салдарынан құрылымдардың төменгі бьефінде қауіпті шайып кетулермен бірге өзен немесе канал түбінің терең шайынды шұңқырлары пайда болуы мүмкін. Құрылымның шайылудан алдын алу үшін ағынның артық энергиясы болуынан бөгеттің төменгі бьефіндегі ағын судың арнасын тиісінше бекітеді және су ағынының артық энергиясын бәсеңдету үшін шаралар қолданады.

Құрамында суағарлы бөгет бар гидроторапты жобалаудың маңызды кезеңдерінің бірі – ағын энергиясын тиімді бәсеңдету және бөгетте жапқыштарды маневрлау барысында төменгі бьефте ауытқымалы ағыстарды болдырмау үшін осындай бөгеттің төменгі бьефінің конструкциялары үшін оңтайлы жағдайларды таңдау және есептеу болып табылады.

Төменгі бьефте ағынның кеңістікте жайылуы және сонымен байланысты теріс құбылыс – ағыстың ауытқымалығы мәселелері

гидротехникалық құрылымдардың төменгі бьефін жобалауда ерекше орын алады.

Құрылымның жоспардағы алды бойынша судың бірқалыпсыз өткізілуінде ағын осінің қисаюымен, кері ағыстардың, транзиттік ағынның шеттерінде иірімдердің пайда болуымен және меншікті өтімнің 10-30% жергілікті ұлғаюымен белгіленетін ағыстың ауытқымалығы пайда болады.

Ауытқымалыққа қарсы құрылғыларды таңдау бойынша бірқатар еңбектер бар [1, 3, 8], олармен күрес жүргізу шаралары да белгілі, бірақ көптеген зерттеулер, әсіресе су қашыртқылық алдыңғы бөлігінде судың симметриялы емес шығарылуына қатысты жағдайлар тұжырымдалмаған.

Ағыс ауытқымалығына қарсы және меншікті өтімді бірқалыпты тарату шаралары төмендегідей [1]: 1) бөгет алды бойынша су қашыртқылық тесіктерді біркелкі ашу; 2) төменгі бьефте түп белгілері әртүрлі немесе бір-бірінен бөлінген меншікті өтімдері бірдей емес учаскелерде бойлық бөлістіру қабырғаларын орнату, мысалы, гидроэлектрстанция ғимаратын су ағар бөгеттен бөлу; жұмыс істеп тұрған тесіктер аумағын бөгеттің бітеу учаскелерінен бөлу; 3) жайылтқыштарды, суұрма қабырғаларды, бәсеңдеткіштерді, тіпті олар гидравликалық шапшыманы батыру мақсатында қажет болмаса да олардың тарату әрекеттерін пайдалану үшін орнату.

Су қоймаларының бөгеттік тораптарында жаппай гидротехникалық құрылымдарды пайдалану тәжірибесі көрсеткендей, төменгі бьефтің бетон бекіткіші жиі деформацияланған немесе бұзылған жағдайда болады [4]. Суұрма мен рисберма үшін әдетте айтарлықтай артық есептелетін ауыр темірбетон блок немесе плиталардан тұратын су тастағыштардың шығаберіс учаскесінің бекінісі деформацияланған және ағыс бойымен төмен қарай ығыстырылған болып шығады. Оның себебі – бьефтердің қабысу зонасында ағын ауытқымалығы суұрма мен рисбермадағы жылдамдылық режимін кенет нашарлатып қана қоймай, төменгі бьефтің жеке құрылғыларына маңызды динамикалық әсер етіп, едәуір шайып кету, өзен арнасының түбі мен беткейлерін қайта қалыптау қажеттілігін туғызады. Осының барлығын ашық аз аралықты су өткізгіш құрылымдарды жобалау және пайдалану кезінде олардың қауіпсіздігі мен төтенше өтімдерінің өту кезеңінде апаттарды болдырмау тұрғысынан ескерудің маңызы зор.

Қазіргі кезеңде кең төменгі бьефте ағынның кеңістікте жайылуымен байланысты құбылыстардың әлі тиісті қорытындылары жоқ және бұған қатысты дұрыс шешімдер нақты құрылымдар модельдерінде зертханалық зерттеулер жасау жолымен ғана анықталуы мүмкін. Бөгетте жапқыштарды маневрлау кезінде ағыстың ауытқымалығын жоюға мүмкіндік беретін төменгі бьефтің конструкциялары жеткіліксіз әзірлеген.

Төменгі бьефтің конструкцияларын зерттеу нәтижелерінің негізінде келесі талаптарды құрастыруға болады, оларды су тастағыш гидротехникалық құрылымдардың төменгі бьефінің ауытқымалыққа қарсы құрылғыларды зерттеу және таңдауда ескеру керек [1, 8]:

1) су қашыртқылар жұмысының бірнеше жағдайы үшін негізгі ауытқымалыққа қарсы құрылғыларға таңдау жасау керек;

2) бәсеңдеткіш құрылғылардың бірінші қатары әдетте ағысты қалаған бағытқа жіберетін ағынды жайылтқыш функцияларын жиі орындайды;

3) әртүрлі бәсеңдеткіштер мен жайылқыштар орналасқан учаскенің ұзындығы ағынның тиісті жайылуын қамтамасыз ету үшін жеткілікті болуы тиіс;

4) жапқыштарды пайдалану маневрлау графигін құрастырғанда ауытқымалықты анық туғызатын сұлбаларды қолданбаған жөн. Мысалы, егер мұзды қашыртқылау үшін бір ғана аралықты ашу керек болса, дәл қайсысын ашу керектігін шешіп алу керек. Кейде бір аралықты ғаға емес, бірден екі немесе үш аралықты ашу қажет (бұл жағдайда су қоймасы шамадан тыс жұмыс істейтін болады).

Төменгі бьефтің конструкциялары жағымсыз ауытқымалы ағыстарсыз жұмыс істеуі тиіс; әйтпесе ауыр бекіністерді құруға бағытталған немесе шайып кетудің салдарымен күреске бағытталған шаралардың көлемі мен құны айтарлықтай ұлғаяды.

Жоғары арынды құрылымдардың су тастағыштары арқылы өтетін су ағынының едәуір кинетикалық энергияға ие екендігін атап өткен жөн. Сондықтан жоғары арынды құрылымдарды жобалау барысында төменгі бьефтегі арна құрылымының орнықтылығына қауіпсіз болмайтындай шешім қабылдау маңызды. Шайылып кету шұңқырының тереңдігі белгілі бір шекті шамаға жеткен соң тұрақталуы тиіс.

Төменгі бьефке қашыртқыланатын ағынның артық кинетикалық энергиясын бәсеңдету үшін келесі әдістер қолданылады [2]:

1) Су тастағыш құрылымның шегінде энергияны бәсеңдету – бұл жағдайда бәсеңдеткіштердің суағарда орналастырылуы, тезағар каналын күшейтілген бұжырлықпен жабынуы, су қашыртқы трассасы бойынша бәсеңдету камералары құрылуы мүмкін.

2) Түпкі суға батқан гидравликалық шапшымада энергияны бәсеңдету – гидравликалық шапшыманы батыру үшін төменгі бьефтегі судың тереңдігі сығылған қимада қабысқан тереңдіктен көбірек болуы тиіс, гидравликалық шапшыманың пайда болуы және оны қолдау үшін әдетте суұрма құдық немесе суұрма қабырға қолданылады. Жоғары меншікті өтімдер мен арындарда құдықтың тереңдігі немесе қабырғаның биіктігі 10-15 м жетуі мүмкін, сондықтан жұмыстардың үлкен көлемін орындау қажет. Жоғары арынды құрылымдардың суұрмасында бәсеңдеткіштерді қолдану олардың кавитациясыз жұмыс істеу қажеттілігімен байланысты.

3) Беттік режимде ағынның энергиясын шашырату (бәсеңдету) – беттік режимде энергияны қарқынды бәсеңдету батқан беттік шапшымада орын алады, ал батпаған беттік шапшымада ағынның астында айналуы себепті төмендеп кетеді және энергияның үлкен бөлігі біртіндеп төменгі бьефтің ұзындығы бойынша бәсеңдетіледі.

4) Ағынның энергиясын ақпаны алыстату бойынша бәсеңдету – ақпа арнаға құрылымнан қашық жерден ықпал етеді. Үлкен қашықтыққа ақпаны алыстатуда шайылу шұңқыры пайда болады, бірақ ол құрылымның орнықтылығына қауіп төндірмейді. Ақпаны алыстату да орынсыз, себебі әкету арнада жағаларды бірталай шайып кетеді, сонымен қатар ірі толқындар туғызады.

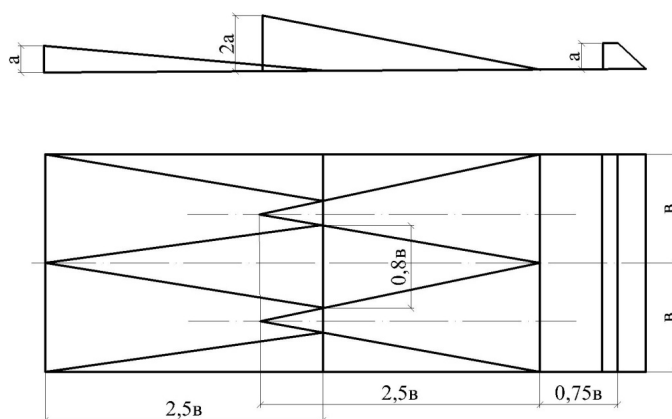
5) Ағынның энергиясын ақпаның еркін құлауында бәсеңдету – ақпа құрылымның жанында төменгі бьефтің түбімен кездеседі, сондықтан арнаның шайылып кетуіне жол берілмейді. Энергияны бәсеңдету үшін ақпаның құлаған жерінде табиғи немесе құрылымнан белгілі бір қашықтықта терең құдық орнату не болмаса қабырға тұрғызу арқылы жасалған су «жастығының» болғаны жөн.

Гидротехникалық құрылыс тәжірибесінде жұмыр суұрма құдықтар кеңінен таралған, сонымен бірге суұрма құдықтарға тақталар және пирстер түрінде арын бәсеңдеткіштер орнатылатын нобайлар белгілі. Мұндай

конструкцияларға жоғары динамикалық күш әсер етеді және де кавитация қауіптілігі өсе түседі [2].

Қазақ энергетика ғылыми зерттеу институты электр станциялары (Алматы қаласы) гидротехникалық құрылымдары зертханасында бірнеше жыл бойы су қашыртқы құрылымдарының төменгі бьефтерінде ағынның артық кинетикалық энергиясын бәсеңдетуге арналған жаңа конструкцияларға зерттеулер жүргізілді [5].

Ағыстың ауытқымалылығына қарсы және төменгі бьефке қашыртқылатын ағынның артық кинетикалық энергиясын бәсеңдету үшін суурма құдықта үшкіл тәріздес шашыратқыштар орнату ұсынылды. Бұл шашыратқыштар ағынды әр түрлі ақпаға бөледі (1-сурет), олар жан-жаққа ауытқып, өзара соқтығысады және шашыратқыштардың екінші қатарымен ыдырайды. Шашыратқыштардың жоспарда үшбұрышты формасы бар, үшбұрыштың биіктігі табанынан 2,5-3 есе көп. Шашыратқыштардың екі қатары тұрақты иірілулердің пайда болуына жол бермей, ағынның қарқынды көлденең араласуын қамтамаыз етеді. Әрбір шашыратқыш биіктігі ағыс бағытында төмендейді, ол шашыратқыштардың арасында жылжып келе жатқан шапшулардың кенеюіне мүмкіндік береді. Жаңа конструкция құдықтың ені бойынша өтімді қайта бөледі және тұрақты иірім зоналарының пайда болу мүмкіндіктерін жояды, қарқынды көлденең араласу үшін қолайлы жағдайлар жасайды.



Сурет 1. Суурма құдықта орналасқан шашыратқыштар

Суағарлы бөгеттің төменгі бьефінде шашыратқыштардың өлшемдері мен оларды орнату тәртібі эксперимент жүзінде негізделді.

Зерттеулер көрсеткендей, ұсынылып отырған жаңа конструкция ағынның анықтайтын параметрлері өзгерістерінің барлық диапазонында су ағар бөгеттің төменгі бьефінің тұрақты және төзімді жұмысын қамтамасыз етеді. Соңғы айтылған нақты сұлбаның қабылдануы жайылтқыштарды орнату бойынша ағынның жақсы жайылуын қамтамасыз етеді.

Су қашыртқы құрылымдары үшін үнемді конструктивтік шешімді табу бағытындағы ұмтылыстар ағызу аумағының ұзындығын қысқартуға және үлестік өтімдерді ұлғайтуға мүмкіндік береді. Үлестік өтімдерді ұлғайтудың қолданыстағы тенденциялары төмен және орта арынды су қашыртқы құрылымдарының төменгі бьефтің бекіту конструкцияларын өзгертуге де әсер етті.

Жоғарыда келтірілгендей, суұрма құдықта гидравликалық шапшыманың пайда болуы ағын энергиясын бәсеңдетудің ең тиімді әдісі болып табылады.

Құдықта батқан шапшыма орын алған жағдайда, ағын энергиясының едәуір диссипациясының пайда болуына ықпал ететін, осі горизонталь екі айналма ағын түзіледі.

Құдық ұзындығы келесі талаптарға сай болуы қажет: жоғарғы және төменгі айналма ағындар бір-бірін жауып қалмауы тиіс, яғни суұрма шығыңқы жер алдында тік қималарына айналма ағындар түспейтіндей ағынның учаскесі болса, мұндай жағдайда судың суұрма құдықтың шығыңқы жеріне қалыпты таянуы қамтамасыз етілетін болады.

Егер, бөгеттің жобасында суұрма құдықтың ұзындығы жеткіліксіз етіп қабылданса, онда судың ағып өту қаупі туындауы мүмкін; ағынның ақпасы суұрма құдықтан шапшыма түзбестен ытқып шығады және құдықтан кейінгі төменгі бьефтің табанына ұрылып, төменгі бьеф табанының шайылуы мен қатты бекітпесінің қирауына алып келуі мүмкін.

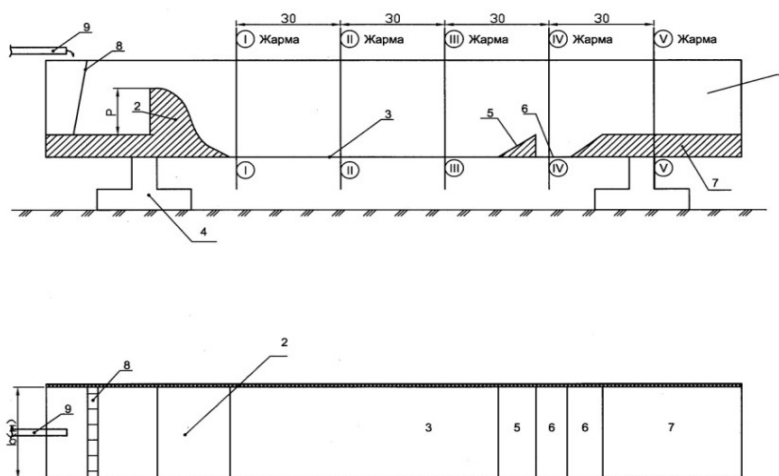
Суағарлы бөгеттің кәдімгі суұрма құдығын зерттеу кезінде байқалғаны, егер суұрма құдықтың ұзындығы есептік ұзындықтан 20% кем және құрылымнан ақпаның қашыртқылауы қауіпсіз арақашықтықта іске асырылатын жиекке бұрышпен орналасқан тұмсықты-трамплинмен аяқталатын болса, қашыртқылайтын ағынның энергиясын тиімді бәсеңдетуге қол жеткізілуі мүмкін екені анықталды. Есептік өтімнен кіші өтімді өткізу кезінде энергияны бәсеңдету, батқан гидравликалық шапшымада суұрма плита төңірегінде жүргізіледі. Ең жоғарғы өтімді өткізу кезінде транзиттік ақпа суұрма плитамен жүріп тұмсық-трамплинмен ағынның бетіне ауытқиды, бұл кезде батқан ақпалы беттік режим пайда болады [7].

Тұмсықты және тосқауылды суағарлы бөгеттер, түпкі байланысу режимдерінен беттік немесе беттік-түпкі режимдерге өтуге мүмкіндік береді. Бұл кезде байланысу бөлігінде ең жоғарғы түптік жылдамдықтар мен қысымның жоғарғы құламалары 1,5-2,5 есе төмендейді, ол бетон бекіту плиталарының қалыңдығын және тас төсеніштің мөлшерлерін едәуір қысқартуға мүмкіндік береді. Егер, сонымен бірге, тұмсықпен түзілген беттік режимдер кезінде бөгет арқылы мұзды еркін тастауды қамтамасыз етуге болатынын ескерсек, онда беттік режимдерді бөгет табаны мен бекітпені айтарлықтай қосымша тереңдетусіз-ақ тұмсықты бөгеттер алуға болатын өте тиімді жағдай екенін мойындау қажет.

Суағарлы бөгеттің кәдімгі суұрма құдығын зерттеу кезінде тасталған ағынның энергиясын тиімді бәсеңдету келесідей жолмен іске асырылуы мүмкін. Арынды бәсеңдету үрдісін зерттеу 1:100 масштабында орындалған, суағарлы бөгеттің моделінде жүргізілді. Суұрма құдықтың ұзындығы есептік мәннен  $0,8L_{k.ecen}$  құрайды және жиекке бұрышпен орналасқан тұмсық-трамплинмен аяқталады (2-сурет). Одан кейін табиғи грунтта ожау қазылады, онда тұмсықтан кейін түзілетін иірім есебінен ағынның энергиясын қосымша бәсеңдету жүреді. Тұмсық-трамплиннен түсетін, ожаудағы түрленіп отыратын төменгі және жоғарғы жақтаулардағы ағын жылдамдықтарын өлшеу жүргізілді. Шайылмайтын қатты табанды ожау моделінде эксперименттер, ағынның жылдамдық құрылымының өзгеруіне ожаудың түбі мен жақтауларының деформациясы әсерін ескеру үшін жүргізілді.

Көлбеулік бұрышы шамасына байланысты тұмсықтан кейін суұрма құдықтың басында иірім аймағының мөлшерлері (су айналымы ұзындығы

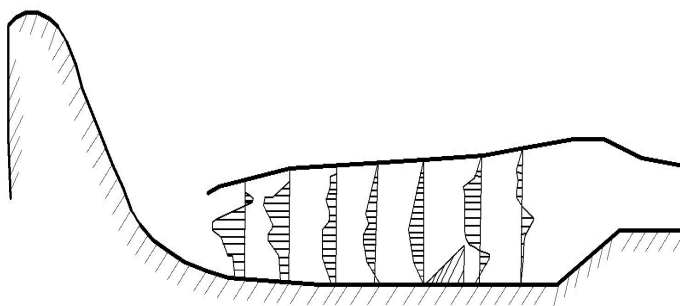
және кері жылдамдықтар шамасы), айналма иірімнің мөлшерлері (биіктігі) өзгереді.



1 – науа; 2 – суағарлы бөгет; 3 – суұрма құдығы; 4 – тірегіш; 5 – тұмсықты-трамплин; 6 – ожау; 7 – құдықтан кейінгі жасанды топырақ; 8 – тор; 9 – су беру құбыры, (I, II, III, IV қималары бойынша ағынның гидравликалық сипаттамалары анықталды).

Сурет 2. Эксперименталдық қондырғының сұлбасы

Ағынның ұзындығы бойынша есептелген орташа жылдамдықтардың өзгеру эпюралары тұрғызылды (3-сурет). Тұмсық көлбеулігі бұрышының шамасы шағын ( $11^0$ ) болғанда, тікелей тұмсықтан кейінгі бөліктен басқа жерде энергияны бәсеңдету бүкіл учаске бойымен, жылдамдықтар эпюрасының максимумы құрылымның түбіне келеді, ал ағынның бетінде кері жылдамдық жоғары айналма иірімдер түзеді. Барлық жағдайларда ожауда жылдамдықтар 50-60%, ал құдықтан шығу жерінде жылдамдық шамасы 15-20% мөлшеріне сай келеді.



Сурет 3. Тұмсықтың көлбеу бұрышы  $\alpha = 35^0$  тік сызықты құраушы жылдамдықтардың эпюрасы

Ағын энергиясының сандық өзгеруін есептеу, оның ең жақсы нәтижелері тұмсық-трамплиннің көлбеулік бұрышы  $35^0$  болатынын көрсетті. Ожаудан суды алып кету арнасына шығу жерінде ағын энергиясының

шамасы суағар жотасындағы оның салыстырмалы мәні осы тұмсық үшін өткізілетін өтімдерге пропорционал болып, 0,15-тен 0,25 аралығында өзгереді.

Табаны қатты және шайылатын ожауларда энергияны бәсеңдетуді зерттеу нәтижелерін алдын-ала салыстыру кезінде шайылатын ожау үшін нәтиженің шамалы жақсы болғанын көрсетті.

Есептік өтім кезінде модель жағдайы үшін тереңдіктер бойынша салыстыру деректері жүргізілді. Нәтиже тұмсықтың көлбеулік бұрышы өсуімен жақсарады, бірақ алды шайылатын ожаумен жүргізілген тәжірибелер, тұмсықты жоғарғы қырының көлбеу бұрышын  $\alpha = 35^\circ$  етіп орнату керек деген ұсыныс жасауға негіз береді. Сол тәжірибелер негізінде және қатты модельдегі зерттеу нәтижелерін салыстыру арқылы шайылатын ожау жағдайында ағынның энергиясын бәсеңдету жеңілдейді деген тұжырым жасауға болады. Зерттеу жүргізу кезінде байқалғаны, өтімнің есептік өтімге дейін күрт өсуі кезіндегі құдықтың тыс жағына қуылған шапшыманың түзілуі орын алады. Жаңа конструкция [6] бетондық жұмыстардың шамалы бөлігін 20% дейін суұрма құдықтағы грунт қазындысы көлемімен алмастыру мүмкіндігін береді. Эксперимент нәтижелері, жақсы конструкция болған жағдайда құрылымдарды пайдаланудың ұсыныстарын сақтаудың өте маңызды екенін көрсетті.

Қорытынды:

1) Ұсынылған жаңа конструкциялар суағар бөгеттің төменгі бьефінің тұрақты және төзімді жұмысын қамтамасыз етеді;

2) Ұсынылған конструкциялар жұмыр суұрма құдығымен салыстырғанда, құдықтың ұзындығын 20-25% азайтуға мүмкіндік береді, соның есебінен құрылымды соғу және қайта құрудың күрделі шығындары азаяды.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Чугаев, Р.Р. Гидротехнические сооружения. Водосливные плотины [Текст] / Р.Р. Чугаев. – М.: Высшая школа, 1978.
2. Слиссский, С.М. Гидравлические расчеты высоконапорных гидротехнических сооружений [Текст] / С.М. Слиссский. – М.: Энергия, 1979.
3. Шинибаев, А.Д. Некоторые особенности образования сбойных течений [Текст] / А.Д. Шинибаев, С.М. Калиев // Вестник КазНТУ. – 2004. – №5. – С.95-101.
4. Грицан, В.В. Гашение энергии за низконапорными трехпролетными сооружениями [Текст] / В.В. Грицан // Материалы научно-практической конференции. – М.: МГУП, 2008.
5. Гаситель энергии потока для гидротехнических сооружений [Текст] / Джурумбаева Р., Джартаева Д.К., Ахмедова А.Т. Авторское свидетельство №68572; 2010.
6. Гидротехникалық құрылымдар үшін ағын энергиясын бәсеңдеткіш [Мәтін] / Джурумбаева Р., Джартаева Д.К., Карлиханов О.К., Кожамкулова Г.Е. Автордың куәлігі №77146; 2012.
7. Жұрымбаева, Р. Суағарлы бөгеттің төменгі бьефінде энергияны бәсеңдетуді зерттеу [Мәтін] / Р. Жұрымбаева, Г. Қожамкулова // «VII Дулати оқулары» халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция. – Тараз: ТарМУ, 2012.

8. Беркимбаева, Г.Д. Особенности образования сбойных течений [Текст] / Г.Д. Беркимбаева, Р.А. Джурумбаева // Материалы республиканской научно-практической конференции магистрантов, докторантов и молодых ученых на тему «Наука и современность - 2014». – Тараз: ТарГУ, 2014.

*Материал редакцияға 30.04.16 түсті.*

**Р. Джурумбаева, Г. Кожамкулова**

*Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан*

### **НОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ НИЖНЕГО БЬЕФА ВОДОСЛИВНОЙ ПЛОТИНЫ**

В статье приводятся исследования по разработке новых конструкций для гашения энергии потока в нижнем бьефе водосливных плотин, которые позволят снизить капитальные затраты на строительство и реконструкцию сооружения.

**Ключевые слова:** водосливная плотина, нижний бьеф, гашение энергии, сбойные течения, расщепители потока, гаситель-растекатель, водобойный колодец, удельный расход.

**R. Dzhurumbaeva, G. Kozhamkulova**

*Taraz State University named after M.Kh.Dulati, Taraz, Kazakhstan*

### **NEW CONSTRUCTION OF THE TAILRACE OF SPILLWAY DAM**

The article presents a study on the development of new designs for damping the flow of energy in the downstream weirs, which would reduce the capital costs of construction and renovation of facilities.

**Keywords:** spillway dam, downstream, energy quenching, failure flow, flow splitters, quencher-flow, stilling basin, the specific consumption.



---

## ТЕХНОЛОГИИ В СФЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА

---

УДК 661.68:666.9:974:666.68

Ж.Т. Сулейменов<sup>1</sup>, Г.М. Баялиева<sup>2</sup>, Н.Т. Карабаев<sup>3</sup>, Б.А. Тыныштыбаев<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Академик НАН РК, д-р техн. наук, профессор, <sup>2</sup>Канд. техн. наук, доцент,

<sup>3</sup>Магистр, ст. преподаватель, <sup>4</sup>Магистрант

Таразский государственный университет им.М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

Электронный адрес: <sup>2</sup>bayali@bk.ru, <sup>3</sup>knurlan68@mail.ru

### ВЛИЯНИЕ ВИДА ТОНКОМОЛОТОГО НАПОЛНИТЕЛЯ НА СВОЙСТВА СИЛИКАТ-НАТРИЕВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ

С целью установления физико-механических свойств и огнеупорности силикат-натриевого композиционного вяжущего, были проведены стандартные исследования. При формовании и последующей низкотемпературной тепловой обработке, силикат-натриевые композиции приобретают свойства, которые могут обеспечить материалу только монтажную прочность. Эксплуатационные свойства будут зависеть от изменений при высоких температурах. В связи с этим, были проведены эксперименты по определению огнеупорности, прочностных характеристик силикат-натриевых композиционных вяжущих.

**Ключевые слова:** силикат-натриевое композиционное вяжущее, минеральный наполнитель, силикат-глыба, огнеупорные свойства, тонкость помола вяжущего.

Проявление вяжущих свойств [1] силикат-натриевой композиции с последующим её упрочнением происходит в результате температурного воздействия. Сушка отформованных изделий в определенном режиме, содействует улучшению прочностных характеристик материала, а также ускоряет протекание физико-химических процессов формирующих структуру бетонов на основе силикат-натриевых вяжущих. Прочностные свойства композиций [2] зависят от многих условий, управляя которыми можно повлиять на первичное структурообразование материалов.

Силикат-натриевое композиционное вяжущее готовится совместным помолом минерального наполнителя и силикат-глыбы, в шаровой мельнице, взятых в соотношении: 90:10, 80:20, 75:25; 70:30. Тонкость помола вяжущего должно быть не менее 2500-3000 см<sup>2</sup>/г.

С целью установления физико-механических свойств и огнеупорности силикат-натриевого композиционного вяжущего, были изготовлены стандартные образцы размерами 50×50×50 мм.

Для изготовления образцов, вяжущее увлажняется до влажности 8-10%, затем загружается в металлическую форму с размерами 50×50×50 мм и уплотняется вибрированием с пригрузом. Твердение образцов осуществляется сушкой в интервале температур 90-200<sup>0</sup>С, в течении 2-3 часов. В таблице 1 приведены составы и основные физико-механические свойства силикат-натриевых композиционных вяжущих.

Таблица 1

Физико-механические свойства  
силикат-натриевых композиционных вяжущих

№ состава	Состав стекловяжущего, мас.%	Свойства			
		Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	Прочность при сжатии, МПа	Водопоглощение, %	Коэффициент размягчения
СНБП-1	БП-90 СГ-10	1580	21	10,1	0,6
СНБП-2	БП-80 СГ-20	1550	31	8,2	0,70
СНБП-3	БП-70 СГ-30	1525	38	6,08	0,75
СНЖК-4	ЖК-90 СГ-10	1610	22	9,8	0,58
СНЖК-5	ЖК-80 СГ-20	1585	34	8,1	0,67
СНЖК-6	ЖК-75 СГ-25	1560	39	7,3	0,71
СНДШ-7	ДШ-90 СГ-10	1300	24	11	0,75
СНДШ-8	ДШ-80 СГ-20	1330	30	8,4	0,80
СНДШ-9	ДШ-70 СГ-30	1350	35	6,7	0,88
СНФШ-10	ФШ-90 СГ-10	1250	20	11,3	0,7
СНФШ-11	ФШ-80 СГ-20	1280	27	9,1	0,75
СНФШ-12	ФШ-70 СГ-30	1312	31	7,4	0,85

Свойства приобретенные силикат-натриевыми композициями при формовании и последующей низкотемпературной тепловой обработке, могут обеспечить материалу только монтажную прочность.

Эксплуатационные свойства будут зависеть от изменений в композиционных вяжущих при высоких температурах. В связи с этим, были проведены эксперименты по определению огнеупорности, прочностных характеристик СНКВ, а также влияние соотношения компонентов в вяжущей композиции. Результаты исследований приведены в таблице 2.

Повышенное содержание силикат-глыбы нежелательно из-за большого количества образующейся щелочи, которая снижает рабочую температуру материала. С повышением процентного содержания микронаполнителя, прочность композиций снижается, тогда как огнеупорность растет. Огнеупорные свойства силикат-натриевых композиций зависят от вида тонкого наполнителя.

Комплексное использование минерального сырья дает возможность не только экономии дорогостоящей, огнеупорной продукции, доставляемой в основном из России, но и улучшения экологической обстановки в регионе.

Таблица 2

Характеристика жаростойких силикат-натриевых композиционных вяжущих

Вид СНКВ	Состав, % по массе		Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Прочность при сжатии после сушки, МПа	Температура начала деформации под нагрузкой 0,2 МПа, °С	Огнеупорность, °С
	наполнитель	силикат глыба				
полево-шпатовое	80	20	1612	31	1110	1180
	75	25	1589	34	1065	1125
	70	30	1578	38	1020	1070
кварцитовое	90	10	1695	22	1450	1520
	80	20	1671	34	1390	1450
	70	30	1619	41	1350	1400
доменно-шлаковое	80	20	1458	30	1150	1210
	75	25	1446	32	1095	1155
	70	30	1421	35	1070	1120
фосфорно-шлаковое	80	20	1438	27	1055	1115
	75	25	1429	29	1045	1095
	70	30	1412	31	1045	1095

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тотурбиев, Б.Д. Силикат-натриевые композиции для жаростойких бетонов [Текст] / Б.Д. Тотурбиев // Бетон и железобетон. – 1985. – №10. – С.5-6.
2. Сулейменов, Ж.Т. Получение стекловяжущего и изделий на основе барханного песка [Текст] / Ж.Т. Сулейменов, М.Т. Жугинисов, Г.М. Баялиева // Наука и образование Южного Казахстана. Сер.: экология. – 2000. – №11(18). – С.87-89.

Материал поступил в редакцию 26.03.16.

**Ж.Т. Сулейменов, Г.М. Баялиева, Н.Т. Қарабаев, Б.А. Тыныштыбаев**

*М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан*

**СИЛИКАТ НАТРИЙЛІ КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ  
БАЙЛАНЫСТЫРҒЫШТАРДЫҢ ҚАСИЕТІНЕ МАЙДА  
ҰНТАҚТАЛҒАН ТОЛТЫРҒЫШ ТҮРІНІҢ ӘСЕРІ**

Силикат натрийлі композициялық байланыстырғыштардың отқа тұрақтылығын және физикалық-механикалық қасиеттерін орнату мақсатында, стандартты зерттеулер жүргізілді. Силикат натрийлі композицияларды қалыптау және төмен температурада термоөңдеу кезінде олар тек монтаждық беріктік қасиетіне ғана ие болады. Пайдаланылатын қасиеттер композициялық байланыстырғыштардың жоғары температура кезіндегі өзгерістеріне тәуелді. Осыған орай, силикат натрийлі композициялық байланыстырғыштардың отқа тұрақтылығын, беріктік сипаттамаларын анықтау бойынша сынақтар жүргізілді.

**Түйін сөздер:** силикат натрийлі композициялық байланыстырғыштар, минералды толтырғыштар, силикат-тас, отқа тұрақты қасиеттер, байланыстырғыштың ұнтақталу майдалылығы.

**Zh.T. Suleimenov, G.M. Bayalieva, N.T. Karabaev, B.A. Tinishtibaev**

*Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan*

### INFLUENCE OF TYPE OF MILL GROUND FILLER ON THE PROPERTIES OF SODIUM SILICATE-COMPOSITE BINDING MATERIAL

In order to determine the physico-mechanical properties and fire resistance of the composite of the sodium silicate binder, standard studies were conducted. When forming and subsequent low temperature heat treatment, sodium silicate compositions acquire properties, which can provide only the mounting strength of the material. Operational properties will depend on the changes at high temperatures. In this regard, experiments were conducted to determine the fire resistance, strength characteristics of the sodium silicate composite binders.

**Keywords:** sodium silicate composite binder, mineral filler, silicate lump refractory properties, grinding fineness of the binder.

УДК 661.68:666.9:974

**А.А. Сагындыков<sup>1</sup>, Н.Т. Карабаев<sup>2</sup>, Р. Жанузак<sup>3</sup>, Е.А. Абуталипов<sup>4</sup>**

*<sup>1</sup>Д-р техн. наук, профессор, <sup>2</sup>Магистр, ст. преподаватель, <sup>3</sup>Магистрант, <sup>4</sup>Студент  
Таразский государственный университет им.М.Х. Дулати, г. Тараз, РК  
Электронная почта: <sup>1</sup>kakran@mail.ru, <sup>2</sup>knurlan68@mail.ru*

### РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ДОБАВОК

В статье рассмотрены вопросы исследования мелкозернистых бетонов. В качестве крупного заполнителя использованы мелкодробленый щебень и минеральные отходы промышленности. Показаны различные способы применения активации процессов их твердения, в том числе механический за счет тонкого измельчения компонентов и повышения дефектности их структуры. Проведены исследования влияния времени активации на свойства золы. Установлено, что совместное влияние механической и химической активации способствует увеличению пуццолановой активности кислых зол. Произведен подбор состава смешанного вяжущего, а также изучено влияние модифицирующих добавок на свойства бетонной смеси и бетона.

**Ключевые слова:** мелкозернистый бетон, модифицирующие добавки, механоактивация, физико-механические свойства, вяжущее вещество.

К мелкозернистым бетонам относятся бетоны плотной структуры на цементном вяжущем и мелких плотных заполнителях. Эта группа бетонов включает песчаные бетоны с предельной крупностью зерен заполнителя 5 мм

и бетоны на мелкодробленых щебне или минеральных отходах промышленности с предельной крупностью зерен заполнителя 10 мм. [1].

Существенным недостатком мелкозернистого бетона является большой расход вяжущего, где нет цементного производства, транспортирование цемента автодорожным транспортом приводит к значительному его удорожанию, влияющему на стоимость строительных изделий. Для снижения расхода цемента при производстве мелкозернистых бетонов актуальной является разработка смешанных вяжущих веществ с использованием местного сырья и техногенных отходов различных производств. При производстве таких вяжущих веществ можно применять различные способы активации процессов их твердения, в том числе механический за счет тонкого измельчения компонентов и повышения дефектности их структуры. Механоактивация вяжущих веществ позволяет эффективно использовать природные и техногенные силикатные и алюмосиликатные материалы.

Механохимическую обработку проводили на планетарной мельнице ЛАИР-0,015 МІ при центробежном факторе 45g. В качестве мелющих тел использовали стальные шары размером 2-10 мм. Соотношение массы измельчаемого вещества к массе шаров составляло 1:20. Время активации – 100 мин.

Проведено исследование влияния времени активации на свойства золы. Для всех режимов характерен рост удельной поверхности и уменьшение размеров частиц, интервал которых составляет от 0,7 до 60 мкм. Механохимическая активация приводит к структурным изменениям минералов золы, их аморфизации. Установлено, что совместное влияние механической и химической активации (присутствие гипса) способствует увеличению пуццолановой активности кислых зол. Количество связанной извести из известково-гипсового раствора для механоактивированной золы составило 260 мг на 1 г золы. Активное взаимодействие глинозема с сульфатом кальция протекает с образованием гидросульфалюминатов кальция, рефлексы которых присутствуют на дифрактограммах. Отсутствие явно выраженных рефлексов свидетельствуют о слабой закристаллизованности соединений. ИК-спектры золы после выдержки в растворах показали, что основные изменения происходят с кальцитом и кремнийсодержащими минералами. Установлено, что механическая активация способствует образованию мелких новообразований. Частицы золы, выдержанные в известковом растворе, полностью окружены гелевыми образованиями. Для механоактивированной золы, выдержанной в известково-гипсовом растворе, характерно присутствие игольчатых новообразований, длина которых составляет 3 мкм, а диаметр около 0,3 мкм.

Подбор состава смешанного вяжущего показал, что оптимальным является следующее содержание, % мас.: золошлак – 75; известь-пушонка – 19; гипс – 6 при совместном измельчении до удельной поверхности 12 м<sup>2</sup>/г. Механическая активация способствует увеличению прочности мелкозернистых бетонов состава вяжущее:заполнитель 1:3. При механоактивации происходит локальный разогрев материала (свыше 1000<sup>0</sup>С) в точках контакта мелющих и измельчаемых тел, поэтому возможно протекание следующего взаимодействия кальцита с кварцем с образованием силикатов кальция: Проведены испытания как самостоятельного вяжущего, так и в составе цемента при замене последнего от 20 до 80%. Из теста нормальной густоты готовились образцы с размерами 3×3×3 см, которые выдерживались в течение 28 суток в нормальных условиях и в воде (табл. 1).

Таблица 1

Зависимость свойств материалов от содержания компонентов вяжущего

Содержание компонентов, мас. %		Нормальная густота, %	Предел прочности при сжатии, МПа, после твердения	
Цемент	Вяжущее (зола, известь, гипс)		нормальные условия	вода
100	-	25,2	43,6	41,9
80	20	28,4	43,9	39,1
70	30	29,1	40,2	38,6
60	40	30,5	39,3	37,4
50	50	32,7	34,1	29,5
40	60	34,5	30,2	22,8
30	70	38,4	20,2	18,2
20	80	40,3	18,3	14,0
-	100	43,5	10,5	8,3

Анализ результатов, приведенных в таблице 1, показывает, что введение механоактивированной вяжущей смеси взамен цемента от 20 до 80% способствует увеличению водовяжущего отношения, связанного с ростом количества адсорбционно связанной воды. Для изучения влияния вяжущего на свойства мелкозернистого бетона были приготовлены составы вяжущих веществ, в которых цемент заменяли добавкой в количестве 20-40%. Свойства мелкозернистых бетонов оценивали испытанием образцов-балочек размером 4×4×16 см и образцов-кубов размером 10×10×10 см. Соотношение вяжущего и песка составляло 1:3. Контрольный образец готовился на цементе и песке. Все образцы выдерживались в нормальных условиях в течение 28 суток.

Как показали исследования, наибольший набор прочности происходит в течение первых 7 суток и составляет от 50 до 80% от показателей прочности образцов 28-суточной выдержки. Дальнейший набор прочности протекает медленно. По-видимому, это связано с возникновением оболочки из гидратных новообразований, создающих экранирующее действие для дальнейшей гидратации. Исследование прочностных показателей мелкозернистых бетонов, приготовленных на таких вяжущих, показало, что увеличение количества вяжущего приводит к снижению прочности.

Прочность при изгибе и сжатии мелкозернистого бетона определялась на образцах-балочках, изготовленных из вяжущего и песка размерами 4×4×16 см из раствора 1:3 по массе (1 часть вяжущего и 3 части песка) и испытанных через 28 суток с момента изготовления, выдержанных при температуре +20±2°C.

Величина предела прочности при изгибе определена на приборе МИИ-100, предел прочности при сжатии – на прессе МС-500. Физико-механические характеристики образцов представлены в таблице 2.

Таблица 2

Физико-механические характеристики образцов

Показатель	Без активации	Сухая активация, %			Мокрая активация, %		
		10	20	30	10	20	30
Прочность при сжатии $R_{сж}$ , МПа	25,00	28,75	31,25	32,00	29,75	32,75	33,25
Приведенная прочность при сжатии $R_{пр.сж} = R_{сж}/\rho_{ср}$	10,46	12,55	13,89	14,35	13,40	14,82	15,05
Прочность при изгибе $R_{из}$ , МПа	5,50	6,33	6,88	7,04	6,55	7,21	7,32
Приведенная прочность при изгибе $R_{пр.из} = R_{из}/\rho_{ср}$	2,30	2,76	3,06	3,16	2,95	3,26	3,31
Средняя плотность $\rho_{ср}$ , г/см <sup>3</sup>	2,39	2,29	2,25	2,23	2,22	2,21	2,21

В данном исследовании подтверждается ранее выдвинутая гипотеза об улучшении физико-химических характеристик в процессе структурообразования бетонной смеси путем механоактивации.

Также было исследовано влияние модифицирующих добавок на свойства бетонной смеси и бетона. На рисунке 1 представлены данные модификации бетона вышеуказанными добавками. Прочность цементного камня указана в процентах от класса по прочности В30 (39,2 МПа). Водоцементное отношение равно 0,19.

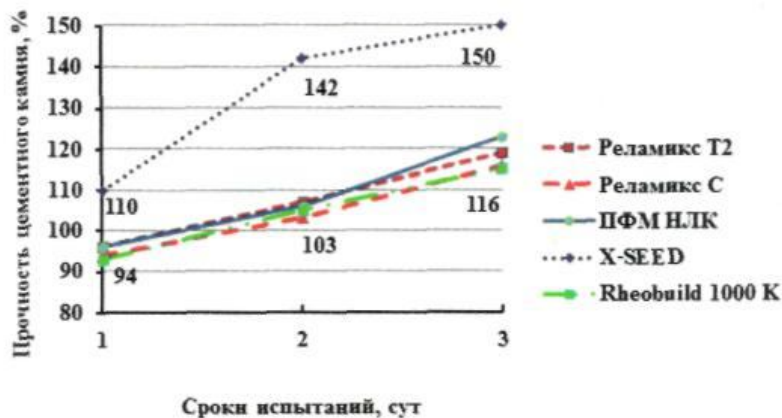


Рис. Сравнительные данные трехсуточной прочности бетона модифицированного различными добавками

Из рисунка видно, что наибольшей прочностью обладает цементный камень, модифицированный X-SEED® 100. Применение остальных добавок приводит к практически идентичным показателям прочности в различные сроки испытаний.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баженов, Ю.М. Многокомпонентные мелкозернистые бетоны [Текст] / Ю.М. Баженов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2001. – №10(33). – С.25-34.
2. Морозов, Н.М. Мелкозернистые бетоны с комплексными упрочняющими добавками [Текст] / Н.М. Морозов // Технические науки: теория и практика: материалы междунар. науч. конф. (г. Чита, апрель 2012 г.). – Чита: Издательство Молодой ученый, 2012. – С. 108-111.

*Материал поступил в редакцию 26.03.16.*

**А.А. Сагындыков, Н.Т. Карабаев, Р. Жанузак, Е.А. Абуталипов**

*М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., ҚР*

### ЗАМАНАУИ ҚОСПАЛАРДЫ ПАЙДАЛАНЫП МАЙДА ТҮЙІРШІКТІ БЕТОННЫҢ ҚҰРАМЫН ЖОБАЛАУ

Мақалада майда түйіршікті бетонды зерттеу мәселелері қарастырылған. Ірі толтырғыш ретінде майда қиыршықталған қиыршық тас және өндірістің минералды қалдықтары пайдаланылған. Олардың қатаюын белсендіретін әртүрлі әдістер, сонымен қатар компоненттерді майда ұнтақтау және олардың құрылымының ақауларын жоюға бағытталған механикаландыру әдістері көрсетілген. Күлдің қасиеттеріне белсендіру уақытының әсері зерттелген. Химиялық және механикалық белсендірудің өзара әсерінен қышқыл күлдердің пуццоланды белсенділігінің артатындығы анықталған. Аралас байланыстырғыштың құрамы таңдалған, сонымен қатар бетон қоспасы мен бетонға модификациялайтын қоспалардың әсері зерттелген.

**Түйін сөздер:** майда түйіршікті бетон, модификациялайтын қоспалар, механикалық белсендіру, физикалық-механикалық қасиеттер, байланыстырғыш заттар.

**A.A. Sagyndykov, N.T. Karabaev, R. Zhanuzak, E.A. Abutalipov**

*Taraz State University the name of M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan*

### DEVELOPMENT OF THE COMPOSITION OF FINE CONCRETE USING MODERN ADDITIONS

The paper deals with the study of fine-grained concrete. As a coarse aggregate used finely crushed gravel and mineral waste industry. It shows various methods of using them to activate curing processes, including by mechanical fine grinding components and increase of defects in their structure. Researches activation time affecting the properties of the ash. It was found that the combined effect of mechanical and chemical activation increases pozzolanic activity of acidic angry. Produced selection of the composition of the mixed binder, as well as to study the effect of modifying additives on the properties of the concrete mix and concrete.

**Keywords:** fine-grained concrete, builders, mechanical activation, physical and mechanical properties, binder.



ӘОЖ 691.322

А.Ә. Сағындықов<sup>1</sup>, А.К. Медетов<sup>2</sup>, М. Сарбас<sup>3</sup>, К.Ш. Жылысбаев<sup>2</sup><sup>1</sup>Техн. ғылымд. д-ры, профессор, <sup>2</sup>Техн. ғылымд. канд., доцент, <sup>3</sup>Студент  
М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., ҚР**ЖЭС КҮЛДЕРІ ЖӘНЕ ДОМНА ШЛАКТАРЫ НЕГІЗІНДЕГІ  
КҮЙДІРІЛМЕГЕН ЖЕҢІЛ ТОЛТЫРҒЫШТАР**

ЖЭС күлдері және домна шлактары негізіндегі күйдірілмеген жеңіл толтырғыштардың құрамдары, олардан жасалған жеңіл бетондар мен олардың физикалық-механикалық қасиеттерін зерттеу нәтижелері келтірілген.

**Түйін сөздер:** ЖЭС күлі, күйдірілмеген жеңіл толтырғыштар, жеңіл бетондар, түйіршіктеу, беріктік, орташа тығыздық.

Екібастұз көмір кен орнында, көмір жағудан пайда болған ЖЭС күлін жеңіл күйдірілмеген толтырғыштарды алуда негізгі шикізат ретінде пайдаланылды.

Көмір күлінің тығыздығы: нақты – 2,9-3,0 т/м<sup>3</sup>, сусымалы – 1,1-1,2 т/м<sup>3</sup>, меншікті беті – 150-220 м<sup>2</sup>/кг; №008 тордағы қалдық – 5,5-6,5% құрады.

Қара көмір күлдері бос СаО есебінен байланыстырғыш қасиетке ие, ал күлді тастың беріктігі 20-30 МПа дейін жетеді, алайда күлді алдын ала технологиялық өңдеусіз күлді өнімдердің құрылымын бүтіндей алу мүмкін емес [1-3].

Сулы-күлді суспенциядағы сутекті көрсеткіш 12-13 бірлік аралығында болады, қара көмір күлі сілтілік сипаттамаға ие екендігін көрсетеді және оны гидролизді лигнинде қышқылды қалдықтарды дисперстік бейтараптау ретінде қолдану мүмкіндігін жоғарылатады.

Әртүрлі бетондар үшін минералды күйдірілмеген толтырғыштар келесі тәсілмен алынады: күл әк немесе басқа белсенді компонентпен бірге ұнтақталып, ары қарай ұнтақталмаған күлмен араластырылып, түйіршіктер жасалады.

Түйіршіктеу үшін меншікті беті 1800-3000 см<sup>2</sup>/г және сусымалы тығыздығы 1,1-1,5 г/см<sup>3</sup> күл пайдаланылды. Беріктігі жоғары және тығыздықтың кең диапазонында түйіршікті материалдарды алу мақсатында минералды белсенді материалдарды пайдалана отырып құрамында органикалық компоненттері бар толтырғыштар құрамы дайындалған.

Зерттелетін құрамдарды түйіршіктеу зертханалық жағдайда легенді түйіршіктегіште әртүрлі бұрыш кезінде жүргізілді және түйіршіктеу уақыты 3-10 мин құрады.

Түйіршіктер бір және екі сатылы технологиямен дайындалған. Күл негізінде материалдар және олардың қоспалары бір сатылы технология бойынша қалыптасқан, ал органикалық материалдарды қолдана отырып – екі сатылы технология бойынша дайындалды. Басында органикалық жүрекшелер дайындалып, ал сосын күлден жасалған қабықшалар дайындалды. Ұнтақтардың түйіршіктенуін жақсарту үшін сұйық шишаның ерітіндісі қолданылды. Эксперимент нәтижесі 1-кестеде келтірілген.

Құрамдары: 1 – күл-әк; 2 – күл-цемент; 3 – шлак+күл; 4 – күл+лигнин; 5 – күл+ағаш ұнтақтар; 6 – шлак қаптамалары ішіндегі ағаш ұнтақтар; 7 – күл

қаптамалардың ішіндегі ағаш ұнтақтар; 8 – шлаккүлді қаптамалар ішіндегі ағаш ұнтақтар.

Кесте 1

Күйдірілмеген толтырғыштардың сипаттамасы

Құрамы	Фракция құрамы, мм			Түйіршік тығыздығы, г/см <sup>3</sup>	Беріктік, н/түйіршік	Құрылымды сапа коэффициенті
	10-20	5-10	5-тен аз			
1	22,4	67,1	10,5	1,9	118	6,1
2	34	61	5	1,75	172	9,7
3	48	45,4	6,6	1,17	178	9,6
4	4,7	80,4	14,9	1,25	52	3,8
5	4,5	84,8	9,7	1,17	67	5,4
6	4,2	34,4	61,4	1,25	52	5,7
7	4	30	66	0,75	62	7,1
8	3,5	25,5	71	0,84	63	7,0

Зерттелетін шихтаның түйіршіктелу қабілеттілігі өлшемі 10-20 мм түйіршіктің пайыздық шығысы бойынша анықталған. Барлық шихта үшін түйіршіктелудің алғашқы белгілері оның ылғалдығы 16-18% болған кезінде басталады.

Түйіршіктелудің максималды көрсеткіштері ұнтақталған күлді, шлакты пайдаланғанда болады және 10-20 мм фракцияның шығысы 90-97% құрайды. Шихтаның ылғалдылығы – 25-27% құрады.

Күл негізінде ылғалды түйіршікті күйдірілмеген толтырғыш алу келесі технологиялық сызбаларда ұсынылған:

*1 нұсқа.* Күл – ұсақтау – қоспалар құрамында цемент (10%) – түйіршіктеу – катаю – фракциялау.

*2-нұсқа.* Күл – ұсақтау – әк (5%) + цемент – түйіршіктеу – катаю – фракциялау.

*3-нұсқа.* Органикалық компонент – түйіршіктеу + цементті күл ұнтақ опалау компоненттері – катаю – фракциялау.

Мұндай технологиялар түйіршікті материалды алу позициясымен талап етілген техникалық (сусымалы тығыздық, беріктік), технологиялық (диффузиялық қасиеттер, айқасу), сондай-ақ пайдалану (аязға төзімділік, ұзақ уақыт жұмыс істеу) қасиеттері бойынша қарастырылады. Техникалық қасиеттері материалдың сапасын, технологиялық көрсеткіштері құрылысты конгломераттың құрамының бір бөлігі ретінде және ақырында, пайдалану қасиеттері күйдірілмеген толтырғыштарды қолдана отырып бетонның беріктігін қамтамасыз етеді.

Технологияға сәйкес компоненттерді араластыру және оны легенді түйіршіктегіште түйіршіктеу операцияларынан тұрады. Қоспалардың кесектелуі кезінде түйіршіктерге олардың катаю белсенділігі және шикізатты алынған түйіршіктерінің шығуына мүмкіндік жасайтын, реагенттердің сулы ерітіндісі беріледі. Толтырғышты алу жағдайында сыртқы төзімді қаптама алу үшін түйіршіктеу кезінде маркасы төмен цемент енгізіледі.

Қоспалар күл-цементті қоспаны пайдалану кезінде жақсы түйіршіктелінеді, алайда бұл толтырғыштың тығыздығын арттырады. CaCl<sub>2</sub> ерітіндісінің түйіршіктелінуі кезінде катаюды арттырып және Ca(OH)<sub>2</sub> және суды пайдалануға қарағанда үлгілердің беріктігінің артуын қамтамасыз етеді.

Шикі түйіршікті сынау ЖЭС күлі негізіндегі аглопоритті қиыршық тас өндірісі үшін арналған әдістемелік нұсқаға сәйкес жүргізілген. Шихтаның ылғалдылығы түйіршіктену кезінде 18-22% құрап, оның құрамына байланысты және түйіршіктеу үрдісі барысында орын алады.

Толтырғыштың әртүрлі фракциясының және құрамындағы тығыздық 500-1200 кг/м<sup>3</sup>, беріктік – 3-10 МПа құрады. Түйіршікті материалдың сипаттамалары 2-кестеде келтірілген.

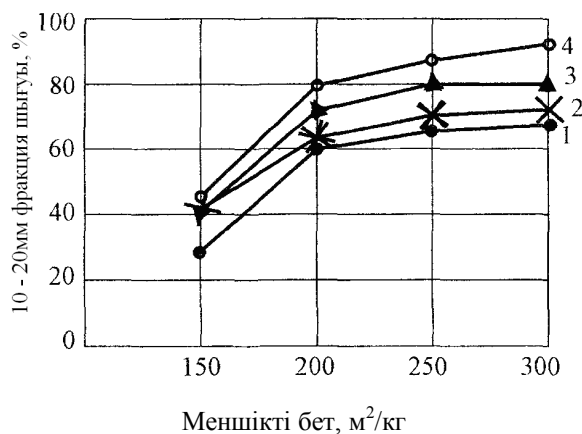
Кесте 2

Дайындау технологиясына байланысты күлді толтырғыштың қасиеті

Технология нұсқалары	Фракция шығысы,		Тығыздық (кг/м <sup>3</sup> ) фракциясы, мм		Цииндрдегі сығу кезіндегі беріктік (МПа), фракциялар үшін, мм	
	5-10	10-20	5-10	10-20	5-10	10-20
1	4-9	91-96	1130-1240	1100-1180	9,2-9,8	8,5-9,3
2	5-12	88-95	760-870	710-820	7,6-8,4	6,6-7,4
3	6-12	88-94	520-630	460-560	3,6-4,7	3,1-4,2

Түйіршіктендіру кезінде шихтаның ылғалдылығы 18-22%. Кесектелуге жақсы қабілеттілік жұқа ұнтақталған шлақты байқатады, күл және олардың қоспалары 10-20 мм, фракцияның шығысы 90-97% құрайды.

Шихтаның түйіршіктілігі кешенді сипатта белгіленеді, яғни органикалық жүрекшеден және қаптамадан дайындалған, шлак немесе күлден орындалған түрі белгіленеді. Шихтаның түйіршіктелуі кезінде шектелуі жүрекшемен 10 мм фракцияның максималды шығысы белгіленеді. Бұл жағдайда 5-10 мм фракция шығысы 90% жетеді, оның ішінде 5 мм – 75-80% (1-сурет). Ірі фракцияның шығысын тіпті компоненттерді құрайтын ылғалды өзгерту кезінде, арттыруға қол жеткізу мүмкін болмайды. Мұндай органоминералды композицияларда зарядтылық өзінің әсерін байқатып және біртекті үлкен көлемді түйіршік алуға мүмкіндік бермейді.



Сурет 1. Меншікті беттің 10-20 мм фракция шығуына әсері

Түйіршікті материалдардың тығыздығы 2,0-ден 0,77 г/см<sup>3</sup> дейін қабылданды.

Шихта түйіршігі жасанды толтырғыштардың өндірісі үшін, сондай-ақ түйіршікті материалдарды алу үшін (мысалы, ЖЭС күлі), тасымалдау және түйіршік түріндегі дисперсті материалды сақтау үшін, өнімділігі 20 м<sup>3</sup>/с араластырғыш-түйіршіктегіштерде және Айрих неміс фирмасының легенді түйіршіктегішінде жүзеге асырылуы мүмкін. Грануляция технологиясы жоғары дисперсті минералды ұнтақтың негізінде тасымалдауға, сақтауға және құрылыс материалдарының басқа түрлерін алуға мүмкіндік береді.

Құрылым құру үрдісі және бетон қасиетіне толықтырғыштың қату уақытының әсері зерттелді.

Жалпылама әдістеме бойынша күйдірілмеген түйіршікті толықтырғыш негізіндегі бетон құрамын анықтау есебі жүргізілді. Ұсақ толықтырғыш негізінде кварцты және керамзитті құм қолданылды. Ірі күйдірілмеген түйіршікті толықтырғыштың екі фракциясы қолданылды: 5-10 мм және 10-20 мм 40 : 60% арақатынасында.

Байланыстырғыш ретінде 400 маркалы шлакопортландцемент пайдаланылды.

*1 м<sup>3</sup> бетон құрамының есебі.*

Кварцты құмда:

- цемент: 300 кг;
- құм: 600 кг;
- толықтырғыш фракциясы 5-10 мм: 440 кг;
- толықтырғыш фракциясы 10-20 мм: 440 кг;
- су: 182 л.

Керамзитті құмда:

- цемент: 280 кг;
- құм: 570 кг;
- толықтырғыш фракциясы 5-10 мм: 340 кг;
- толықтырғыш фракциясы 10-20 мм: 510 кг;
- су: 196 л.

Бетон қоспа есебінен қалыпты жағдайда 28 тәулікте қатайтылған, қабырғасы 100 мм кубтар қалыпталды.

Толықтырғыштың қату уақытының әсерін орнату үшін бетон үлгілері 3, 7, 14 және 28 тәулік уақытында қатайтылды. Сонымен қатар салыстыру үшін толтырғыштар негізінде бетон үлгілері 28 тәулік ішінде қатайтылды.

Бетон үлгілері 3, 7, 14, 28 тәуліктен кейін сығуға сыналды (3-кесте).

### Кесте 3

Әртүрлі уақытта қататын толықтырғыш үлгілерінің сығылу кезіндегі беріктігі

Толықтырғышты алуға арналған қоспа құрамы	Толықтырғыштың қатаю уақыты, тәу.			
	Бетон үлгілерін сығылудағы беріктігі МПа			
	3	7	14	28
Шлак (100%)	24,5	23,7	21,0	18,3
Шлак + цемент (100%)	28,7	26,0	24,2	20,5
Шлак + күл (100%)	29,3	27,6	25,5	22,8
Микрокремнезем + цемент (20%)	13,2	12,0	11,2	10,7

*Ескерту. Үш анықтағыштың орташа мәні келтірілген.*

Зерттеу нәтижесі бетон беріктігінің үлгісі негізінде толықтырғыштың алдын ала аз уақытта қатуы жоғары екендігін көрсетті. Бұл бетон үлгісінің құрамында бір мезетте күлді шлак және цементті шлақты толықтырғыштарда

және бетон бөлігінің ерітіндісіндегі цементтің гидратация үрдісінің бірдей жүретіндігінде. Бұл жағдайда «толықтырғыш – бетонның ерітілген бөлшегі» жанасқан аймағында өзара гидратты қосылысты қалпына келтіру жүреді, толықтырғыш пен ерітілген бетон бөлшегінің арасында жоғары тығыздықпен ілінісуі қамтамасыз етіледі.

Толықтырғышты микрокремнезем және цемент негізінде қолдану төменгі дәрежеде көрінеді.

Байқалған эффект күйдірілмеген шлак негізіндегі бетонның беріктігін реттеуге мүмкіндік береді. Табиғи шағал немесе керамзит сияқты толықтырғыштан тұратын бетондарда бұл құбылыс байқалмайды. Бұл жағдайда толықтырғыш және жанасқан зонадағы бетон тығыздығы цементті тас беріктігі есебінен қамтамасыз етіледі.

Ұнтақты шлак және күл негізіндегі күйдірілмеген түйіршікті толықтырғыш беріктігі жоғары аталған фактормен, сондай-ақ жанасқан зонада физикалық-химиялық үрдіс есебінен қамтамасыз етіледі.

Цементті-шлакты қоспа және микрокремнезем қолданылған қоспадан ірі толықтырғыштарды пайдалана отырып алынған бетон үлгілерін сынау нәтижелері 4-кестеде келтірілген. Ұсақ толықтырғыш ретінде кварцты және керамзитті құм қолданылған.

#### Кесте 4

Күйдірілмеген түйіршікті толықтырғыштар негізіндегі бетондардың қасиеттері

№	Күйдірілмеген түйіршікті толықтырғыш қолданылған бетон	Орташа тығыздық, кг/м <sup>3</sup>	Сығылған-дағы беріктік, МПа	Салмаққа байланысты су сіңіру, %
1	Кварцты құмдағы бетондар	-	-	-
2	Өте ұсақ ұнтақты доменді шлак негізіндегі толықтырғыш	1500	18,3	5,5
3	Өте ұсақ ұнтақты доменді шлак + шлакопортланд-цемент (10%) негізіндегі толықтырғыш	2000	20,5	4,8
4	Өте ұсақ ұнтақты доменді шлак + микрокремнезем негізіндегі толықтырғыш	1000	11,5	12,0
5	Органикалық ядромен өте ұсақ ұнтақты доменді шлак негізіндегі толық-тырғыш	700	8,3	15,4
6	Керамзитті құмдағы бетондар			
7	Өте ұсақ ұнтақты доменді шлак негізіндегі толық-тырғыш	1200	12,4	14,5
8	Өте ұсақ ұнтақты доменді шлак + шлакопортланд-цемент (10%) негізіндегі толықтырғыш	1250	13,5	15,0
9	Өте ұсақ ұнтақты доменді шлак және микрокремнезем негізіндегі толықтырғыш	850	10,8	18,2

Күйдірілмеген түйіршіктелген тотықтырғышты бетонның беріктігін есептеу барысында жай бетонның классикалық формуласы қолданылады:

$$R_6 = A * R_u ((C/B) + 0,5) * K_c \quad (1)$$

мндағы: А – күйдірілмеген толықтырғыш сапасы (А=0,6); R<sub>6</sub> – цемент маркасы; C/B – сулы-цементті қатынас (1,4-2,5); K<sub>c</sub> – 1,1-1,3 тең күйдірілмеген толықтырғыштың қатаю уақытын есептейтін коэффициент.

Толықтырғыштың үш күн ішіндегі қату кезіндегі бетон беріктігі 24-29 МПа, ал 28 күнде – 18-22 МПа көрсетті. Бұл толықтырғыш құрылымындағы цементті тастар, гидратация және беріктіктің өсуімен түсіндіріледі. Макротүсірілім кезінде бұзылған бетонның сипаттамасы олардың ерітінді бөлігінде, сондай-ақ ірі толықтырғыш бойынша қирауы байқалған. Бұл ірі толықтырғыштың және бетон үлгісінің бір уақытта қатаюына тәуелді.

Күлді күйдірілмеген түйіршікті материалдардың өндірісі Қазақстанның шығыс, солтүстік және оңтүстік аймақтарында ұйымдастырылуы мүмкін.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Уфимцев, В.М. Вяжущие из высококальциевых зол теплоэнергетики и перспективы их применения в строительстве [Текст] / В.М. Уфимцев // Изв. вузов. Строительство. – 1994. – №11. – С. 84-87.
2. Волженский, А.В. Применение зол и топливных шлаков в производстве строительных материалов [Текст] / А.В. Волженский, И.А. Иванов, Б.Н. Виноградов. – М.: Стройиздат, 1984. – 246 с.
3. Федина, О.Н. Гранулированный теплоизоляционный материал на основе древесных отходов и изделия из него [Текст] / О.Н. Федина // Труды НГАСУ. – 2006. – Т. 9, № 3 (37). – С. 21-24.

*Материал редакцияға 21.04.16 түсті.*

**А.А. Сағындыков, А.К. Медетов, М. Сарбас, К.Ш. Жылысбаев**

*Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан*

#### НЕОБОЖЖЕННЫЕ ЛЕГКИЕ ЗАПОЛНИТЕЛИ НА ОСНОВЕ ЗОЛ ТЭЦ И ДОМЕННЫХ ШЛАКОВ

Представлены результаты исследований состава необожженных легких заполнителей на основе зол ТЭЦ и доменных шлаков, а также физико-механические свойства легких бетонов, полученных на их основе.

**Ключевые слова:** зола ТЭЦ, необожженные легкие заполнители, легкие бетоны, комкование, прочность, средняя плотность.

**A.A. Sagyndykov, A.K. Medetov, M. Sarbas, K.Sh. Zhylysbayev**

*Taraz State University the name of M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan*

#### UNFIRED LIGHTWEIGHT AGGREGATES ON THE BASE OF CHP ASHES AND BLAST FURNACE SLAGS

The results of studies of the composition of unfired lightweight aggregates based on CHP ashes and blast-furnace slags, as well as the physical and mechanical properties of lightweight concrete produced on their basis.

**Keywords:** CHP ashes, unfired lightweight aggregates, lightweight concretes, clumping, strength, medium density.

---

**ФИЗИКА**


---

ӨОЖ 53(076.1)

**М.Т. Кейкиманова<sup>1</sup>, Д.С. Узбекова<sup>2</sup>, А. Куттыбаев<sup>3</sup>, С. Ермаханова<sup>3</sup>***<sup>1</sup>Техн. ғылымдарының канд., доцент, <sup>2</sup>Оқытушы, <sup>3</sup>Студент  
М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан***ФИЗИКАЛЫҚ ЕСЕПТЕРДІ ШЫҒАРУДА ОМ ЗАҢЫНЫҢ  
ЖАЛПЫ ТҮРІНІҢ ҚОЛДАНЫЛУЫ ТУРАЛЫ**

Ом заңының жалпы түрін қорытып шығарудың бірегей түрі ұсынылған. Электр энергиясын (токты) тұтынушының «қарсы - ЭҚК»-ның физикалық мағынасы түсіндірілген. Физика курсында Ом заңының жалпы түрінің қолданылуын баяндауда электр энергиясын жылудан басқа энергия түрлеріне түрлендіретін кез-келген ток тұтынушыларынан тұратын тұрақты токтың электр тізбегін оңай есептеу жолдары көрсетілген. Осы тәрізді басқа да электр тізбектерін есептеудің мысалдары көрсетілген. Студенттердің жеке жұмыс жасауы үшін тапсырмалар берілген.

**Түйін сөздер:** электр қозғаушы күші, Ом заңының жалпы түрі, ток тұтынушы.

Жалпы орта мектептерде тұрақты электр тогының есептерін шығару үшін Ом заңының жалпы түрі кеңінен қолданылады:

$$E - e = I \sum R$$

мұндағы:  $E$  – ток көзінің ЭҚК;  $e$  – электр энергиясын (токты) тұтынушының «қарсы - ЭҚК» деп аталатын шама;  $I$  – тізбектегі ток күші;  $\sum R$  – тізбектегі жалпы актив кедергі.

Токты тұтынушы деп тізбектегі ток көзінің электр энергиясын жылудан басқа энергиялардың барлық түріне айналдыратын кез-келген элементті айтады. Мұнда ток көзінің энергиясын механикалық (электрқозғаушы) және химиялық (электролиттік ванналар, аккумуляторлар) энергияларға түрлендіретін тұтынушылар ғана қарастырылады.

Ом заңының жалпы түрін қорытып шығару төмендегідей орындалады [1].

Ток тұтынушысы бар тізбек үшін энергияның сақталу заңы негізінде мынадай өрнек жазылады:  $EI = I^2 \sum R + P$

мұндағы:  $EI$  – ток көзінің қуаты;  $I^2 \sum R$  – тізбектің актив кедергісіне шығындалатын қуат;  $P$  – ток тұтынушысының қуаты.

Теңдеудің екі жағын тізбектегі ток күшіне бөлгенде, алатынымыз:

$$E = I \sum R + \frac{P}{I} \text{ немесе } E - \frac{P}{I} = I \sum R$$

$\frac{P}{I}$  қатынасының табиғаты ток көзінің ЭҚК-нің табиғатындай және вольтпен өлшенуі керек екендігі көрсетіледі.  $e = \frac{P}{I}$  өрнегіндегі қатынасы ток көзінің ЭҚК-нен алынып тасталынып («минус» таңбасымен алынады), ток тұтынушының ЭҚК-не қарсы шама деп аталады.

Бәрінен бұрын ток тұтынушысының ЭҚК-не қарсы ұғымды енгізуде бұл физикалық шаманың табиғатының мүлдем ашылмағандығына мән беріледі, яғни формалды түрде алынады. Екінші жағынан, авторлар ток көзінің электр энергиясын механикалық және химиялық энергияға түрлендіретін ток тұтынушыларымен ғана шектеледі.

Сондықтан біздің көзқарасымыз бойынша Ом заңының жалпы түрін қолдану идеясының өзі нәтижелі болып отыр. Шындығында, ең көп тәжірибелік қызығушылық құрамындағы тұтынушы токтары бар тізбектердің есептелуінен туады, ол токтардың жылудан басқа электр энергиялары энергияның басқа түрлеріне ауысады, олар: химиялық, механикалық, магнит өрісінің энергиясы, электр өрісінің энергиясы және т.с.с.

Бұл тізбектерді қарапайым әдіспен есептеу қиындық тудырады, алайда Ом заңының жалпы түрін қолдану арқылы әлдеқайда жеңілдетуге болады. Бірақ француз оқулықтарындағы қорытындылар кейбір түзетулерді қажет етеді: біріншіден, қарсы-ЭҚК-нің физикалық маңыздылығын анықтау керек, екіншіден, кез-келген тұтынушы ток заңының пайдалану аймағын кеңейту қажет. Сонымен қатар, Ом заңының жалпы түріндегі есептерді шешу кезінде қолдануларды көрсеткен жөн болады.

Жалпы түрде, тұйық тізбектегі ток көзінің энергиясының есебінен өткізгіш қыздырылады, механикалық жұмыс атқарылып, химиялық реакция орындалады, ал энергияның біраз бөлігі магниттік, электр өрістерінің және т.с.с. энергияларға айналады, яғни энергияның сақталу заңы бойынша:

$$E_{ист} = E_{темп} + E_{мех} + E_{хим} + E_{маг} + E_{эл} + E_{др}$$

Тендеудің екі бөлігін электр тогының жұмыс жасау уақытына бөлсек, қуаттың мәнін аламыз :

$$P_{ист} = P_{темп} + P_{мех} + P_{хим} + P_{маг} + P_{эл} + P_{др}$$

Мұндай тізбек үшін Ом заңын тұжырымдамас бұрын, бірнеше дербес жағдайды қарастырайық.

1. Электр тогы тізбегінде  $E$  -ЭҚК-і,  $r$  - ішкі кедергісі,  $r_1$  - ішкі кедергісі бар аккумулятор және кедергісі  $R_1$  - реостат бар делік. Бұл тізбектің эквивалентті сұлбасы 1-суретте көрсетілген.

Энергияның сақталу заңы бойынша:

$$EI = I^2 r + I^2 r_1 + I^2 R_1 + P_{хим} \quad \text{немесе} \quad EI = I^2 (r + r_1 + R_1) + P_{хим} \quad (1)$$

$EI$  - ток көзінің электр қуаты;  $I^2 (r + r_1 + R_1) = I^2 \sum R$  - жылуға түрлендірілген ток көзі қуатының бір бөлігі; ( $\sum R$  - тізбектің жалпы актив кедергісі);  $P_{хим}$  - аккумуляторды пайдаланып химиялық реакция жасауға кеткен ток көзінің қуатының қалған бөлігі.



(1) теңдеудің екі жағын да  $I$ -ге бөлеміз:

$$E = I \sum R + \frac{P_{хим}}{I} \text{ немесе } E - \frac{P_{хим}}{I} = I \sum R \quad (2)$$

Эквивалентті сұлбадағы аккумулятор кемшіліксіз (шығыны жоқ) болғандықтан, тұтынылатын электр көзінің барлық қуаты  $P_e$  аккумуляторды зарядтау кезіндегі өтетін химиялық реакцияға жұмсалады, яғни  $P_{хим} = P_e$ .

Бірақ  $P_e = IU$  және  $\frac{P_e}{I} = U$ , мұндағы  $U$  – аккумулятор қысқыштарына түсетін кернеу. Кемшіліксіз аккумулятордың қысқыштарына түсірілетін кернеу модулі жағынан аккумулятордың ЭҚК-не тең екендігі белгілі: Ендеше,  $U = E_{белс}$ . Сонда  $\frac{P_e}{I} = \frac{P_{хим}}{I} = E_{белс}$  және (2) формула келесі түрде жазылады:

$$E - E_{белс} = I \sum R \quad (3)$$

Құрамында «ерімейтін электроды» бар электролит ваннасы (көміртекті, платиналы және т.б. поляризация процесі орындалатын) және ток көзі бар тізбекке қатысты осындай пікірлер, ұқсас формулаларды туындатады:

$$E - E_{пол} = I \sum R \quad (4)$$

$$\frac{P_{хим}}{I} = E_{пол} \text{ - ЭҚК-нің поляризациясы.}$$

2. Құрамында ток көзі, кедергісі  $R_l$  реостат және орама кедергісі  $r_l$  тұрақты токтың электрқозғалтқышы (тізбектің эквивалентті сұлбасы 2-суретте көрсетілген) бар электр тізбегін қарастырамыз.

Энергияның сақталу заңы бойынша:

$$EI = I^2 r + I^2 r_l + I^2 R_l + P_{мех} \text{ немесе } EI = I \sum R + P_{мех}, \text{ осыдан}$$

шығатыны :

$$E - \frac{P_{мех}}{I} = I \sum R \quad (5)$$

мұндағы:  $P_{мех}$  – электрқозғалтқышта механикалық қуатқа түрлендірілген ток көзінің электр қуаты бөлігі.

Егер кемшіліксіз электромотор (шығыны жоқ) механикалық жұмыс атқарса, онда ток көзінен барлық шығындалған электр қуаты механикалық қуатқа өзгереді, яғни  $P_{мех} = P_e$ . Бірақ  $P_e = IU$  және  $\frac{P_e}{I} = U$ , мұндағы  $U$  – мотор қысқыштарына түсетін кернеу.

Егер мотор номиналды сандағы айналым жасаса, оның қысқыштарына түсетін кернеу  $U$  модулі бойынша статордың магнит өрісіндегі ротордың айналуы салдарынан пайда болған индукциялық ЭҚК-  $E_i$  -не тең болады (басқаша жағдайда Ом заңына сәйкес ток шексіз арта берер еді): яғни  $U = E_i$

Сонда  $\frac{P_e}{I} = \frac{P_{\text{мех}}}{I} = E_i$  және (5)-ші формула келесі түрде жазылады :

$$E - E_i = I \sum R \quad (6)$$

3. Енді тұрақты ток көзіне қосылған индуктивтілігі  $L$  катушкадан және  $R_L$  кедергіден тұратын тізбекті қарастырамыз (эквивалентті сұлбасы 3-суретте көрсетілген).

Мұндай тізбекте кілт тұйықталуы кезінде өзіндік индукция құбылысының пайда болуының әсерінен, ток күші нөлден  $I_0$  -ге дейін өседі. Кез келген уақытта тізбектегі ток күшінің өзгеруіне байланысты, энергияның сақталу заңы келесі түрде жазылады:  $EI = I^2(r + R_1) + P_{\text{маг}}$ , мұндағы  $P_{\text{маг}}$  - индуктивті катушканың магнит өрісіндегі қуатына түрленген, ток көзі электр қуатының бөлігі .

Жоғарыдағы өзгерістерден алатынымыз :

$$E - \frac{P_{\text{маг}}}{I} = I \sum R \quad (7)$$

Катушканың магнит өрісіндегі энергиясы (индуктивтік катушканың энергиясы) белгілі формуламен есептеледі:  $W_{\text{маг}} = \frac{LI^2}{2}$ . Магнит өрісінің қуаты, оның энергиясының жылдамдығының өзгеруімен байланысты, яғни уақыт бойынша энергияның туындысы

$$P_{\text{маг}} = (W_{\text{маг}})' = \left(\frac{LI^2}{2}\right)' = LI \left(\frac{dI}{dT}\right)$$

Сонда  $\frac{P_{\text{маг}}}{I} = L \frac{dI}{dT}$  болады. Бірақ  $L \frac{dI}{dT}$  -ның мәні өзіндік

индукцияның  $E_c$  ЭҚК -нің модулін көрсетеді. Қорыта келгенде  $E_c = \frac{P_{\text{маг}}}{I}$  және (7) формуласы келесі түрде жазылады:

$$E - E_c = I \sum R \quad (8)$$

4. 4-суреттегі тізбекті қарастырайық. Кілттің тұйықталуы кезінде, тізбекте конденсатордың зарядына байланысты, мәні нөлге дейін төмендейтін  $I$  ток өтеді. Бұл кезде, ток көзінің қуатының біраз бөлігі жылуға және қалған бөлігі зарядталатын конденсатордың  $P_{\text{эл}}$  электр өрісінің қуатына айналады, ал конденсаторды зарядтауда кез-келген уақыт мезеті үшін келесі өрнекті аламыз:

$$EI = I^2(r + R_1) + P_{\text{эл}} \text{ немесе } E - \frac{P_{\text{эл}}}{I} = I \sum R \quad (9)$$

Кез-келген уақыттағы электростатикалық өрістегі конденсатордың энергиясы  $W_e = \frac{q^2}{2C}$  формуласымен есептеледі,  $q$  – конденсатордағы заряд және  $c$  – оның электр сыйымдылығы.

Электростатикалық өрістің қуаты деп осы өрістің энергиясының өзгеру жылдамдығына тең шаманы, яғни энергияның уақыт бойынша туындысын айтамыз:

$$P_{эл} = (W_e)' = \left(\frac{q^2}{2C}\right)' = \frac{q}{C} \frac{dq}{dt}$$

$$I = \frac{dq}{dt} \text{ және } \frac{q}{C} = U_k \text{ екендігін ескеріп: } \frac{P_{эл}}{I} = U_k \text{-ді анықтаймыз.}$$

Мұндағы  $U_k$  – конденсатор астарларындағы кернеуі. Нәтижесінде (9)-шы теңдеуден алатынымыз :

$$E - U_k = I \sum R \quad (10)$$

(3), (4), (6), (8), (10) теңдеулерді есептей келе қорытындылағанымыз, электр тізбектерінде (химиялық, механикалық, магнитті және электростатты өрістегі қуаттар) қолданылатын кез-келген қуат  $P$ , жылудан басқа, бағытталған, тізбектегі токқа бөлінген ЭҚК ток көзіне қарсы ЭҚК (ЭҚК аккумуляторы, ЭҚК поляризациясы, ЭҚК индукциясы, ЭҚК өзіндік индукциясы, конденсатордағы кернеу) көрсетеді.

Қарсы-ЭҚК модулін  $e$  арқылы өрнектесек,  $e = \frac{P}{I}$  және (3), (4), (6), (8), (10) формулаларын бір түрге келтіре аламыз :

$$E - e = I \sum R \quad (11)$$

(11) теңдеу толық тізбектегі Ом заңының жалпы түрін көрсетеді . Егер тізбекте тек жылу қуаты қажет болса, онда  $e = 0$  болады және Ом заңы келесі түрде жазылады

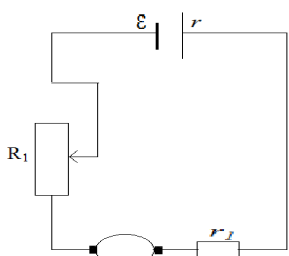
$$E = I \sum R \text{ немесе } I = \frac{E}{R + r}$$

Соңында айтарымыз, егер тізбек электр энергиясын энергияның басқа (жылудан өзге) түрлеріне түрлендіретін бірнеше ток көздері мен тұтынушылардан тұратын болса, онда Ом заңының жалпы түрдегі теңдеуі төмендегі түрде жазылады:

$$\sum E - \sum e = I \sum R$$

Ом заңының жалпылама түрін көрсететін бірнеше мысалдарды келтірейік.

**Есеп 1.** Ішкі кедергісі  $r_l = 0.2$  Ом болатын аккумулятор ЭҚК – і  $E = 24\text{В}$  және ішкі кедергісі  $r = 0.2$  Ом ток көзінен зарядталады. Зарядтық қажетті  $I = 5\text{А}$  ток күшін реттестіру үшін, тізбекке кедергісі  $R_l = 1.2$  Ом реостат енгізілді (суреттен қараймыз).



Зарядталу кезінде аккумулятордың ЭҚК-ін тұрақты деп есептеп, мынадай мәндерді анықтау керек:

- аккумулятор ЭҚК;
- зарядталу уақыты 5 сағ. болғандағы, аккумулятор қорына жиналған энергия;
- зарядталу тогы  $I_1 = 3A$  кезіндегі реостаттың кедергісі.

**Шешуі:** 1) Біздің жағдайға сай Ом заңының жалпы түрін жазайық:  $E - e = I(r + r_1 + R_1)$ .

Қарсылық ЭҚК-нің орнында аккумулятордың ЭҚК-і екендігін ескерсек ( $e = E_{ак}$ ), онда

$$E_{ак} = E - I(r + r_1 + R_1) = 12B \text{ аламыз.}$$

2)  $t$  зарядталу уақытындағы аккумулятордың қорына жиналған энергия келесі теңдеумен анықталады:

$$W_{ак} = P_{хим} \cdot t. \quad \text{Бірақ} \quad e = E_{ак} = \frac{P_{хим}}{I} \quad \text{және} \quad P_{хим} = E_{ак} I, \quad \text{осыдан}$$

$$W_{ак} = E_{ак} I t = 1080 \text{кДж.}$$

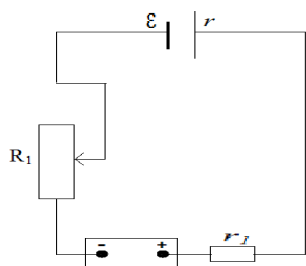
3) Ом заңы бойынша:  $E - E_{ак} = I_1(r + r_1) + I_1 R_1$ .

$$\text{Сонда} \quad R_1 = \frac{(E - E_{ак} - I_1(r + r_1))}{I_1} = 2,8 \text{Ом.}$$

**Есеп 2.**  $E = 20B$  ЭҚК-ң және ішкі кедергісі  $r = 1$  Ом ток көзі тізбегіне, кедергісі  $r_1 = 1$  Ом тең электромотор қосылған. Электромоторды іске қосу үшін кедергісі  $R_1$  реостатты жалғайды (төмендегі суретте көрсетілген).

1) Мотордың белдігі сыналған, реостаттың толық енгізілуі кезінде тізбекте  $I_1 = 2A$  ток өтеді. Реостаттың кедергісі қандай?

2) Мотордың белдігі босатылады және реостатты толық шығарып, мотордың жұмыс жасау режимі орнатылады. Мотордың ЭҚК-ң индукциясын, механикалық қуатын және ПӘК-н, сонымен қатар егер тізбекте  $I_2 = 1,5A$  ток ағатын болса, оның қысқыштарына түсен кернеуді анықтау қажет.



**Шешуі:** 1) Мотордың белдігі сыналған жағдайда механикалық жұмыс жасалмайды, қарсы-ЭҚК (ЭҚК индукциясы) нөлге тең және мотор активті кедергі түрінде болады. Бұл жағдайда Ом заңы келесі түрде жазылады:

$$E = I_1(r + r_1) + I_1 R_1, \quad \text{осыдан} \quad R_1 = \frac{(E - I_1(r + r_1))}{I_1}.$$

2) Мотордың жұмыс жасауы кезінде және реостаттың шығарылуы кезінде Ом заңы келесі түрде жазылады:  $E - e = I_2(r + r_1)$ , осыдан  $e = E_i = E - I_2(r + r_1) = 17B$  болады.

Мотордың механикалық қуатын төмендегі теңдеуден анықтаймыз:

$$e = \frac{P_{мех}}{I}$$

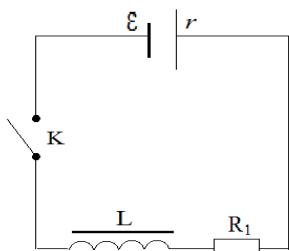
$$P_{\text{мех}} = eI_2 = E_i I_2 = 25.5 \text{ Вт}$$

Ом заңы бойынша:  $E - I_2 r = e + I_2 r_1$ . Мотордың қысқыштарындағы кернеу  $U = E - I_2 r = e + I_2 r_1 = 18.5 \text{ В}$  тең. Мотордың ПӘК-нің мәнін келесі теңдеуден табамыз:

$$\eta = \frac{P_{\text{мех}}}{P_{\text{зат}}}.$$
 Бірақ  $P_{\text{мех}} = eI_2$  және  $P_{\text{зат}} = UI_2$ . Осыдан
 
$$\eta = \frac{eI_2}{UI_2} = \frac{e}{U} = \frac{E_i}{U} = 0.92$$
 екендігі шығады.

**Есеп 3.** ЭҚК-і  $E = 100 \text{ В}$  және ішкі кедергісі  $r = 2 \text{ Ом}$  ток көзі тізбегіне, индуктивтілігі  $L$  және кедергісі  $R_1 = 8 \text{ Ом}$  катушка жалғанған (суретте көрсетілген). Тізбектегі кілттің тұйықталуы кезінде ток күшінің мәні  $\Delta t = 2,2 \cdot 10^{-3} \text{ с}$  уақытта  $I = 1 \text{ А}$ -ге дейін жетті. Табу керек:

1. Өзіндік ЭҚК
2. Катушканың индуктивтілігі
3. Индуктивті катушканың энергиясы.



**Шешуі:** 1) Біздің жағдайда Ом заңының жалпы түрі:  $E - e = I(r + R_1)$ . Егер  $e = E_i$  екендігін ескерсек, онда алатынымыз:  $E_c = E - I(r + R_1) = 90 \text{ В}$ .

$$2) \quad e = E_c = \frac{P_{\text{маг}}}{I}$$
 болғандықтан, онда

катушканың магнит өрісіндегі қуаты осы уақыт мезетінде келесі теңдеумен анықталады:  $P_{\text{маг}} = E_c I$ . Егер, аз уақыт  $\Delta t$  ішінде катушканың магнит өрісін қуаты нөлден  $P_{\text{маг}}$ -қа дейін бірқалыпты артатын болса, онда осы уақыттағы катушканың энергиясы:

$$W_M = P_{\text{опт}} \cdot \Delta t = \frac{P_{\text{маг}}}{2} \Delta t = \frac{E_c I \Delta t}{2}$$

Ал екінші жағынан, катушканың магнит өрісіндегі энергиясы осы уақыт мезетінде  $W_M = \frac{LI^2}{2}$  тең. Сонда  $\frac{E_c I \Delta t}{2} = \frac{LI^2}{2}$  және

$$L = \frac{E_c I \Delta t}{I} = 0.2 \text{ Гн}$$
 болады.

(Егер тізбектегі ток күші уақыт аз ғана  $\Delta t$  ішінде нөлден  $I$  дейін бірқалыпты өссе, катушканың индуктивтілігі келесі белгілі формуламен де анықтала береді:  $E_c = -L \left( \frac{\Delta I}{\Delta t} \right)$  және  $L = \frac{E_c I \Delta t}{I} = 0.2 \text{ Гн}$ ).

3) Индуктивті катушканың энергиясын табу үшін, тізбектегі ток күшінің  $I_0$  орнатылған мәнін табу керек. Өзіндік индукция ЭҚК тоғының мәні нөлге тең болады және катушка активті кедергі түрінде болады; Ом заңы

келесі түрде жазылады  $E = I_0(R_1 + r)$ , осыдан  $I_0 = \frac{E}{R_1 + r}$  шығады және

катушканың энергиясы :

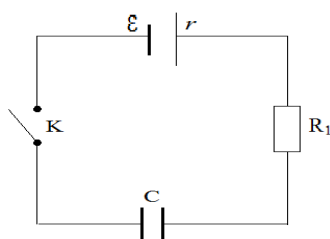
$$W_M = \frac{LI_1^2}{2} = \frac{LI^2}{2 \cdot (R_1 + r)^2} = 10 \text{ Дж} \text{ болады.}$$

**Есеп 4.** ЭҚК-і  $E = 100 \text{ В}$  және ішкі кедергісі  $r = 2 \text{ Ом}$  ток көзі тізбегіне пластиналарының арақашықтығы  $d = 1 \text{ мм}$ -ге тең, жазық ауа конденсаторы қосылған және оның кедергісі  $R_1 = 8 \text{ Ом}$  (суретте көрсетілген). Тізбектегі кілттің тұйықталуынан, ток күші  $\Delta t = 10^{-9} \text{ с}$  уақыт аралығында  $I = 5 \text{ А}$  дейін төмендеп кетті. Анықталатын мәліметтер:

- конденсатордың электр сыйымдылығы;

- конденсатордың энергиясы;

- конденсатордың пластиналарының тартылыс күші.



**Шешуі:** 1) Бұл жағдайда Ом заңының жалпы түрі:  $E - e = I(r + R_1)$ . Қарсы- ЭҚК-і конденсатордағы ( $e = U_k$ ) кернеуге тең екенін ескерсек, онда

$$U_k = E - I(r + R_1) \text{ екендігін аламыз.}$$

$e = U_k = \frac{P_{эл}}{I}$  болғандықтан осы уақыттағы конденсатордың электростатикалық өрістегі қуаты  $P_{эл} = U_k I$  болады.

Аз ғана  $\Delta t$  уақыт аралығында конденсатордың электростатикалық өрістегі қуаты нөлден  $P_{эл}$  дейін бірқалыпты артатын болса, онда осы  $\Delta t$  уақыт ішінде конденсатор өрісінде жиналған энергияны анықтаймыз:

$$W_e = P_{опм} \cdot \Delta t = \frac{P_{эл}}{2} \Delta t = \frac{IU_k \Delta t}{2}$$

Екінші жағынан, осы уақыттағы конденсатордың энергиясы

$$W_e = \frac{CU_k^2 \Delta t}{2} \text{ тең. Сонда } \frac{IU_k \Delta t}{2} = \frac{CU_k^2 \Delta t}{2} \text{ және}$$

$$C = \frac{I \Delta t}{U_k} = \frac{I \Delta t}{E - I(R_1 + r)} = 100 \text{ нФ} \text{ болады.}$$

2) Конденсатор толық зарядталған күйде болса, тізбектегі ток күші нөлге тең және Ом заңы келесі түрде жазылады:  $E - U_{k1} = 0$ , бұдан  $U_{k1} = E$  шығады.

Конденсатордың электростатикалық өрісте сақталған энергиясы (конденсатордың энергиясы):

$$W_e = \frac{CU_{k1}^2}{2} = \frac{CE^2}{2} = \frac{I \Delta t E^2}{2 \cdot ((E - I)(R_1 + r))} = 5 \cdot 10^{-7} \text{ Дж}$$

3) Конденсатордың пластиналарының тартылыс күшін төмендегі пайымдаулардан табамыз. Әтүрлі зарядталған конденсаторлардың пластиналары бір-бірімен  $F$  күші арқылы тартылады. Бір пластина екінші

пластинаға жанасу үшін, конденсатордың өрісі  $A = F \cdot d$  жұмысын атқару керек, мұндағы  $d$  – пластиналардың арақашықтығы. Бірақ, егер конденсатордың пластиналары жанаспастан бұрын энергиясы  $W_e$  болса, онда пластиналар жанасқаннан кейін  $W_e = 0$  болады (зарядтар теңеседі), яғни конденсатордың энергиясы  $W_e$ -ден нөлге дейін өзгеруіне байланысты, өріс өз жұмысын атқарады.

Осыдан  $A = \Delta W_e$  немесе  $W_e = F \cdot d$  және  $F = \frac{W_e}{d} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ Н}$  шығады.

#### Жаттығулар:

1. ЭҚК-і  $12 \text{ В}$  және ішкі кедергісі  $0,1 \text{ Ом}$  аккумулятор қысқыштарына ішкі кедергісі үлкен вольтметр және электромотор қосылған. Мотордың белдігі сыналған жағдайда, вольтметр  $10 \text{ В}$ -ты көрсетеді; ал мотор жұмыс істеп тұрған жағдайда  $11,5 \text{ В}$  көрсетеді. Ораманың кедергісін, ЭҚК-нің индукциясын, механикалық қуатын және мотордың ПӘК-ін анықтау керек.

2. Электр тізбегіне: ток көзінің ЭҚК-і  $80 \text{ В}$  және ішкі кедергісі  $0,2 \text{ Ом}$ ; амперметр; кедергісі  $19 \text{ Ом}$  резистор; ораманың кедергісі  $0,8 \text{ Ом}$  электромотор қосылған. Мотордың қысқыштарына:

а) мотордың белдігі сыналған жағдайда, амперметр мен вольтметрдің көрсеткіші қандай?

б) мотордың белдігі айналып, бірақ механикалық жұмыс атқармаған жағдайда амперметр мен вольтметрдің көрсеткіші қандай болады?

в) мотор механикалық жұмыс атқарып, амперметрдің ток күшінің көрсеткіші  $2 \text{ А}$  көрсетеді. Вольтметрдің көрсетуін анықта. Ток күшінің электр қуатын, жылулық қуатының шығынын, механикалық қуатын және мотордың ПӘК-ін анықтау керек.

3. Электролиттік ваннада құрамында  $\text{NaOH}$ -ның сілтілік қоспалары және темірден жасалған электродтар бар. Ванна поляризациясының ЭҚК-і  $1,6 \text{ В}$ , ішкі кедергісі  $6 \text{ Ом}$ . Ваннаның қысқыштары ЭҚК-і  $10 \text{ В}$  және ішкі кедергісі өте аз ток көзіне жалғанған. Тізбекке реостат тізбектей қосылған. Егер әрбір минут сайын  $7 \text{ см}^3$  сутегі бөлінгені белгілі болса, реостаттың кедергісін; ваннадағы химиялық реакцияға жұмсалған қуатты және электролитті қыздыру үшін жұмсалған қуатты табу керек.

4.  $40$  аккумуляторлардан тұратын батареяны зарядтау үшін  $120 \text{ В}$  кернеуді қолданады. Аккумулятордың ішкі кедергісі  $0,01 \text{ Ом}$ . Тізбекке реостат тізбектей жалғанған.

а) зарядталудың алдында әрбір аккумуляторға түсетін кернеу  $2,1 \text{ В}$ . Аккумулятордың ЭҚК-ін; зарядтық тогы  $10 \text{ А}$  болғандағы реостат кедергісін; химиялық реакцияға жұмсалған қажетті батареяның қуатын табу керек.

б) зарядталудың аяғындағы әрбір аккумуляторға түсетін кернеу  $2,4 \text{ В}$  болады. Егер реостаттың кедергісі өзгермесе, тізбектегі ток күшін табу керек. Ток күшін бастапқы мәнге келтіру үшін, реостаттың кедергісі қандай болу керек?

5. Сыйымдылығы  $0,2 \text{ мкф}$  ауа конденсаторы ЭҚК-і  $500 \text{ В}$  ток көзіне жалғанған. Конденсаторды суға  $10^{-3} \text{ с}$  уақытта батырады. Суға батыру уақытындағы конденсатордағы кернеуді анықтау керек. Тізбектің кедергісі  $10 \text{ Ом}$ .

6. ЭҚК-і  $0,98 \text{ В}$  және ішкі кедергісі  $0,01 \text{ Ом}$  ток көзіне жалғанған екі параллель шиналар біртекті магнит өрісінде орналасқан. Шиналар қимасы  $33 \text{ мм}^2$  және кедергісі  $0,02 \text{ Ом}$  нихромдық өткізгіштермен тұйықталған, олар шиналарға перпендикуляр өріске  $10 \text{ м/с}$  жылдамдықпен сапырылысады.

Шинаның кедергісін есепке алмай, өткізгіштің ұштарында пайда болатын ЭҚК-нің индукциясын, шиналарымен сырғанау кезіндегі өткізгіштің үйкеліс коэффициентін және тізбектегі ток  $16 \text{ A}$  болғандағы магнит өрісінің индукциясын анықтау керек.

7. Жоғарғы вольтті индуктордың алғашқы орамасына қосқыш арқылы ЭҚК-і  $12 \text{ В}$  және ішкі кедергісі  $0,1 \text{ Ом}$  ток көзі жалғанған. Орамның кедергісі  $0,4 \text{ Ом}$ , орам саны  $50$ . Егер бірінші тізбектен орташа  $2 \text{ A}$  ток күші ағып өтсе, орам саны  $10000$  болатын екінші орамада пайда болған ЭҚК-нің индукциясы қандай? Индуктордың ПӘК-і  $0,95$  тең.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. G. Eve, M. Peschard. Physique – 1CDT. – Paris: Maghfrd, 1967. – 392 p.
2. G. Guinier, R. Guimbal. Physique, classe de premiere. – Paris: Chais – Desfosses, 1972. – 463 p.
3. H. Fraudet, F. Milsant. Cours deelectricite. – Paris: Editions eyrolles, 1966. – 375 p.

*Материал редакцияға 28.09.16 түсті.*

**М.Т. Кейкиманова, Д.С. Узбекова, А. Куттыбаев, С. Ермаханова**

*Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан*

#### О ПРИМЕНЕНИИ ОБЩЕГО ВИДА ЗАКОНА ОМА ПРИ РЕШЕНИИ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Предложен оригинальный вывод закона Ома в обобщенной форме. Выяснен физический смысл противо-ЭДС (электродвижущая сила). Применение закона Ома в обобщенной форме в изложении курса физики позволяет легко рассчитывать электрические цепи постоянного тока, содержащие не только активное сопротивление, но и любые потребители тока, в которых электрическая энергия, помимо тепловой, преобразуется в другие виды энергии. Представлены примеры расчета подобных электрических цепей. Приведены задания для самоконтроля.

**Ключевые слова:** ЭДС, общий вид закона Ома, ток потребителя.

**M.T. Keikimanova, D.S. Uzbekova, A. Kutybaev, S. Ermahanova**

*Taraz State University named after M.Kh.Dulati, Taraz, Kazakhstan*

#### ABOUT THE APPLICATION OF THE GENERAL FORM OF OHM'S LAW IN SOLVING PHYSICS PROBLEMS

The original derivation of Ohm's law in a generalized form is presented. Clarified the physical meaning of back-EMF. The application of Ohm's law in a generalized form in the presentation of the physics course allows easily to calculate the electric DC circuit containing only resistance, but also any current customers in which the electrical energy in addition to heat, is converted into other forms of energy. Examples of the calculation of such electric circuits are given. The tasks for self-control are presented.

**Keywords:** EDS, the general form of Ohm's law, the current user.



*Журнал «Механика и технологии»:*

**IET Inspec Direct**

*Входит в реферативную базу данных Information Service for Physics, Electronics and Computing (INSPEC DIRECT) Института Инжиниринга и Технологий Великобритании.*

<http://inspecdirect-service.theiet.org/private/home.aspx>

**eLIBRARY.RU**

*Зарегистрирован в российской национальной библиографической базе данных научного цитирования РИНЦ*

[http://elibrary.ru/project\\_risc.asp](http://elibrary.ru/project_risc.asp)



*Включен в перечень научных изданий, рекомендуемых Комитетом по контролю в сфере образования и науки Министерства образования и науки Республики Казахстан для публикации основных результатов научной деятельности.*

<http://control.edu.gov.kz/ru/perechen-nauchnyh-izdaniy-rekomenduemyh-komitetom-dlya-publikacii-osnovnyh-rezultatov-nauchnoy-0>

*Подписной индекс журнала: 74714 (АО «Казпочта»-«Почтовый сервис»)*