



ISSN 2308-9865

№2,  
2017

# 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

№ 2 (56)  
Сәуір-маусым  
2017 ж

*Бас редактор* И.И. Бекбасаров

*Редакция алқасы:* Н.А. Абиев, Б. Абзалбекұлы, К.И. Баданов,  
И.И. Бекбасаров, Ю.Л. Винников, Н.А. Горбатовская,  
Г.Е. Жидекулова, М.Т. Кейкиманова, Б.А. Койайдаров,  
С.М. Койбаков, М.М. Мукимов, М.И. Никитенко, А. Нурлыбаева,  
Г.Е. Омарова, С.А. Орынбаев, А.В. Пилягин, А.А. Сагындыков,  
Х.Р. Садиева, А.С. Сейтказиев, А.Н. Семернин, Н.А. Смирнова,  
Е.С. Спандияров, 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 куәлігі №1193 (23.11.1993), №560-Ж (4.02.1999), №4244-Ж  
(08.10.2003), №13521-Ж (15.04.2013)

Басуға қол қойылған күн 04.07.2017. Форматы 70×180/16. Шартты баспа  
табағы 17,9. Тираж 300 дана. Тапсырыс 854.

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

© М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, 2017

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

№ 2 (56)  
Апрель-июнь  
2017 г.

*Главный редактор* И.И. Бекбасаров

*Редакционная коллегия:* Н.А. Абиев, Б. Абзалбекулы, К.И. Баданов,  
И.И. Бекбасаров, Ю.Л. Винников, Н.А. Горбатовская,  
Г.Е. Жидекулова, М.Т. Кейкиманова, Б.А. Койайдаров,  
С.М. Койбаков, М.М. Мукимов, М.И. Никитенко, А. Нурлыбаева,  
Г.Е. Омарова, С.А. Орынбаев, А.В. Пилягин, А.А. Сагындыков,  
Х.Р. Садиева, А.С. Сейтказиев, А.Н. Семернин, Н.А. Смирнова,  
Е.С. Спандияров, 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 04.07.2017. Формат 70×180/16. Усл. печ. л. 17,9. Тираж  
300 экз. Заявка 854.

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

© Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, 2017

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

**№ 2 (56)**

April-June  
2017

*Editor in chief* I.I. Bekbasarov

*Editorial board:* N.A. Abiev, B. Abzalbekuly, K.I. Badanov,  
I.I. Bekbasarov, N.A. Gorbatovskaya, M.T. Keikimanova,  
B.A. Koiaidarov, S.M. Koibakov, M.M. Mukimov, M.I. Nikitenko,  
A. Nurlybayeva, G.E. Omarova, S.A. Orynbayev, A.V. Pilyagin,  
Kh.R. Sadieva, A.A. Sagyndykov, J. Schulz, A.S. Seitkazyev,  
A.N. Semernin, N.A. Smirnova, Y.S. Spandiyarov,  
A.G. Shleikin, Yu.L. Vinnikov, G.Y. 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 04.07.2017. Form 70×180/16. Cond. print. sh. 17,9. Edition 300 copies. Application 854.

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, 2017

## МАЗМУНЫ / СОДЕРЖАНИЕ / CONTENT

### МЕХАНИКА И ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ

<b>Мусаев М.М., Шеров К.Т.</b> Сыртқы цилиндрлік беттерді фрезалап жону тәсілін эксперименттік зерттеу .....	7
<b>Ракишев А.К., Шеров К.Т.</b> Исследование способа ротационно-фрикционного точения цветных металлов .....	17
<b>Досжанов М.Ж., Ыскак Е.Н., Агайдаров Н.К., Тасбергенова Г.Ж.</b> Жұмыстық беттіктері істен шыққан құралдарды қалпына келтірудің тәсілдері .....	26
<b>Жақаш А.Т., Джакашова Э.А., Мекемова Д.Ә.</b> Алты тиекті күрделі жазық механизмдерді заманауи есептеу әдістерімен кинематикалық тұрғыдан зерттеу .....	31
<b>Сейтпанов П.Қ., Юсупова Л.Х., Сон В.А., Сон И.А.</b> Органикалық қалдықтарды майдалауға арналған құрылым .....	36
<b>Мөлдеков И.О., Муратова Г.И.</b> Жазықтықты қисық сызықтың жанамаcы мен нормалін тұрғызу .....	42
<b>Мурльдеков И.О., Муратова Г.И.</b> Построение кубической кривой на основе линейной конгруэнции .....	46

### ТЕХНОЛОГИИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

<b>Клышбекова А.С.</b> Конфет тұрқыларының өндірісінде асқабақ еzbесін қолдану мүмкіндігі .....	52
--	----

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

<b>Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Мустафаев К.Ж., Абдывалиева К.С.</b> Прикладные методы геоэкологической оценки трансформации компонентов природной системы в условиях антропогенной деятельности .....	57
<b>Сексенбай М.Ж.</b> К вопросу улучшения экологической обстановки городов .....	65

### МЕЛИОРАТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

<b>Турсунбаев Х.И., Мусабеков К.К., Хожанов Н.Н., Халдарбекова Л.Н.</b> Интенсивная технология выращивания томатов с использованием биоудобрений и гипохлорита натрия .....	73
<b>Сейітқазиев Ә.С., Турсунбаев Х.И., Хожанов Н.Н., Естаев Қ.Ә.</b> Тамшылатып суғару әдістерінде пайдаланылатын технологияның тиімділігі .....	78
<b>Сейітқазиев Ә.С., Нұрабаев Д.М., Естаев Қ.Ә.</b> Мелиорациялық жағдайдағы топырақ кеуектіліктерін анықтау .....	84

<b>Жатқанбаева А.О., Есенгельдиева П.Н.</b> Разработка модуля системы капельного орошения для полива сельскохозяйственных культур .....	88
--	----

#### ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

<b>Садиева Х.Р., Ыбраймжанова Л., Джакеева Ж., Балтабаева Д.</b> Получение коллоидной дисперсной наноразмерной серы из нефтяной гранулированной серы Тенгизского месторождения .....	95
<b>Садиева Х.Р., Ыбраймжанова Л., Джакеева Ж., Балтабаева Д.</b> Синтез нанокompозитов на основе кремний-оловосодержащих веществ .....	101
<b>Мусрепбекова Ш.Е., Балтабаева Д.Ғ.</b> Биологиялық белсенді полимерлік композицияларды физикалық-химиялық әдістермен зерттеу .....	109

#### ТЕХНОЛОГИИ В СФЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА

<b>Усенбаев Б.У., Иманбердиева Ж.Т., Таттибаев С.Ж.</b> Теория определения толщины бетонного покрытия дорог по модели «пирамиды продавливания» .....	116
<b>Усенбаев Б.У., Шаншабаев Н.А., Камал Ә.Ә., Исаков Н.Р.</b> Об антисейсмическом усилении существующей застройки .....	121
<b>Ногайбекова М.Т., Испанова Э.Ш.</b> Классические и современные строительные растворы .....	126

#### МАТЕМАТИКА

<b>Жақаш А.Т., Таубаева Қ.Қ., Мекемова Д.Ә.</b> Еркіндік дәрежесі екіге тең динамикалық жүйенің еркін тербелісін зерттеу .....	140
<b>Жақаш А.Т., Таубаева Қ.Қ., Мекемова Д.Ә.</b> Шектелмеген кезектегі бірканалды және көпканалды бұқаралық қызмет көрсету жүйесінің математикалық моделі .....	146
<b>Жүсіпқызы Қ.</b> Төменгі температураларда меншікті жылу сыйымдылықты анықтау үшін эмпирикалық тұрақтыларды есептеу .....	150
<b>Seytkerim A.S.</b> Monte Carlo method in the problem of remote sensing .....	159
<b>Seytkerim A.S.</b> About one approach of solving the problem of optical sensing .....	164

#### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

<b>Жетимекова Г.Ж.</b> Разработка адаптивной тестирующей системы с применением нейросетевых технологий .....	171
<b>Есмаханова Л.Н.</b> Қолжетімділіктің биометриялық бақылауы – қорғаныстың заманауи технологиялар кешені .....	175

<b>Есмаханова Л.Н., Нұржанов Б.С.</b> Бақыланатын параметрлер кеңістігінің сызықтық бөлінуі .....	181
<b>Турмуратова Д.А., Султанова Г.А., Жетимекова Г.Ж.</b> Кәсіпорынның ақпараттық технологиялары. IT-инфрақұрылымы .....	185
<b>Турмуратова Д.А., Султанова Г.А.</b> UML-де пакет құрылымын талдау .....	189



## Механика и обработка материалов

ӘОЖ 621.914.1

**М.М. Мусаев<sup>1</sup>, К.Т. Шеров<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Докторант, <sup>2</sup>Техн. ғылымдарының д-ры, профессор

Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, Қарағанды қ., Қазақстан

Электрондық почта: <sup>1</sup>kstu\_mmm@mail.ru, <sup>2</sup>shkt1965@mail.ru

### СЫРТҚЫ ЦИЛИНДРЛІК БЕТТЕРДІ ФРЕЗАЛАП ЖОНУ ТӘСІЛІН ЭКСПЕРИМЕНТТІК ЗЕРТТЕУ

Мақалада айналу денелері типтес тетіктерді фрезалап жонумен өңдеудің қиыстырылған тәсілін зерттеу нәтижелері келтірілген. Эксперименттік зерттеулер ВК6 материалынан жасалған тістері бар стандартты бүйірлік фрезаны қолданумен сыртқы цилиндрлік беттерді өңдеу бойынша жүргізілді. Өртүрлі кесу режимдері кезінде, сонымен қатар кесуші құрал мен дайындаманың қозғалыстарының тиімді комбинациясында фрезалап жонудан кейін алынған беттің қаттылығының өңдеуден кейінгі мәні өңдеуге дейінгі мәнінен айтарлықтай ерекшеленбейтіні айқындалды. Бұл жону операцияларын орындауға жағымды әсер етеді.

**Түйін сөздер:** фрезалап жону, беріктігі жоғары болат, жоңқаны ұнтақтау, жоңқа пайда болу, кедір-бұдырлық, қаттылық беріс қозғалысы.

**Ғылыми зерттеудің өзектілігі.** Экономиканы заманауи дамытудың маңызды міндеттерінің бірі ол ғылыми-техникалық прогрестің жетістіктерінің негізінде өндірісті қарқындалту болып табылады. Ғылыми-техникалық прогрестің қарқыны негізінен машина жасаудың дамуымен тікелей байланысты болады.

Қазақстан Республикасының заманауи машинажасау өндірісінде, әсіресе тау-кен металлургия кешенінде дәстүрлі тәсілдермен механикалық өңдеу айтарлықтай қиындықтар тудыратын тозуға және ыстыққа төзімді болаттар мен қорытпалар қолданылып келеді. Бұл қорытпалар ереже бойынша қиын өңделетін болып саналады. Кесуші құралдың тозуы жоғары, өңдеу өнімділігі төмен.

Кесуші құралдың тозуға төзімділігі мен жонып өңдеудің өнімділігін арттырудың бір жолы – өңдеудің жаңа тәсілдерін жарату және қолдану, соның бірі сыртқы цилиндрлік беттерді фрезалап жонумен өңдеудің кешенді тәсілі болып табылады [1, 2].

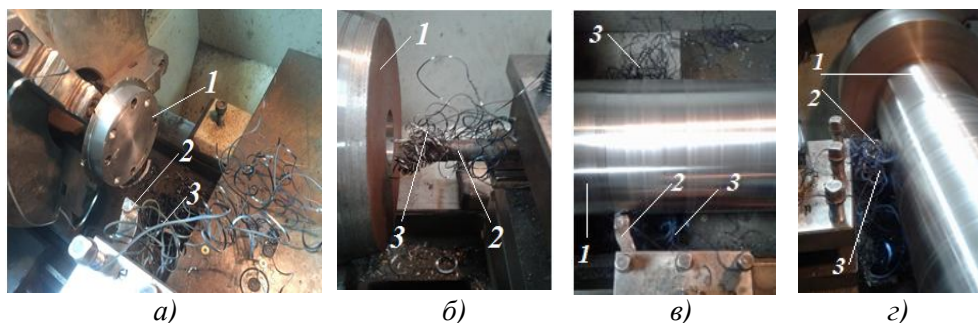
«Алматы ауыр машинажасау зауыты» АҚ, «Maker» (ҚҚМЗ) ЖШС, «Құрылысмет» ЖШС өндіріс №2 жағдайында айналу денелері типтес тетіктерді өңдеу мәселелерінің жағдайы зерттелген болатын.

Жоғарыда аталған зауыттарда жүргізілген зерттеулер зауыттарда механикалық өңдеуге жіберілетін тетіктердің 85% астамы айналу денелері типтес немесе доға тәріздес сыртқы беттерге ие тетіктер болып табылатынын көрсетті. Әдетте мұндай тетіктер токарлық білдектерде жонумен өңделеді. Білдектерді баптаудың қарапайымдылығы, талап етілген бет сапасы мен

жоғары өнімділікті қамтамасыз ету мүмкіндігі токарлық білдектердің артықшылығына жатады. Токарлық өңдеумен барлық түрдегі пішіндерді алуға болады.

Дегенмен, токарлық өңдеудің негізгі кемшілігі білдекке қызмет көрсету кезінде қосымша қиындықтарды тудыратын, әсіресе ұзын жоңқалар пайда болатын материалдарды өңдеу кезіндегі жоңқаны ұнтақтау болып табылады. Жону кезінде мұндай жоңқа кескіш пен дайындамаға оралып, өңдеу сапасын нашарлатады және білдек тетігін бүлдіреді. Одан басқа, ұзын оралып қалған жоңқа білдекте жұмыс істеп тұрған жұмысшыға да қауіпті. Бұл жағдайда жоңқаны алып тастау күрделі мәселе туындатады және кейде білдекті тоқтатуға тура келеді (1-сурет).

Сонымен қатар, айналу беттерді (мысалы, әртүрлі сыртқы және ішкі ойықтары бар беттер және т.с.с.) үзілісті жону кезінде кескіште соққылы жүктемелер пайда болу мәселелері бар. Бұл өңдеудің кедір-бұдырлығының көрсеткіштері мен құрал шыдамдылығының төмендеуіне әкеліп соғады.



*a* – сыртқы цилиндрлік бетті жону; *б* – тесіктерді жону; *в, з* – білікті жону;  
1 – өңделіп жатқан дайындама; 2 – кескіш; 3 - жоңқалар

Сурет 1. Токарлық өңдеу кезіндегі жоңқа пайда болу үрдістері

Қазіргі кездегі беріктігі жоғары материалдардың беріктік, тұтқырлық және басқа да осы сынды қасиеттері тез өсіп жатқаны соншалықты, өндіріс ұсынатын жабдықтар мен құралдар бірқатар жағдайларда тиімділігі жоғары өңдеу үрдістерін жүзеге асыруға мүмкіндік бере алмай қалады. Сонымен қатар, жақсартылған техникалық-экономикалық сипаттамалары бар жаңа буын машианалары мен аспаптарын жасау жаңа құрылымдық материалдарды, соның ішінде полимерлі композициялық [3] және термосезімтал полимер талшықты композициялық материалдарды [4] қолданумен байланысты болып отыр. Біздің тараптан алынған эксперименттік мәліметтер [5] термосезімтал материалдарды алу кезіндегі дірілді өңдеу тәртіптерін қолданудың орынды екенін дәлелдеді. Термиялық дірілдер температура процесінде материалдың технологиялық қасиеттерін сақтап қала отырып, қолданылатын диапазондарды айтарлықтай кеңейтуге мүмкіндік береді. Бұл материалдар жоғары тозуға төзімділігімен сипатталады, бірақ төмен физикалық-механикалық параметрлері мен жоғары үйкеліс коэффициентіне ие болуы олардың қолданылу аясын шектейді. Олардың техниканың үйкеліске түсетін тораптарында, әсіресе суық климатта пайдаланылуы тетіктердің жұмысқа қабілеттілігін жоғарылату мәселесін шешуге мүмкіндік береді [3]. Осылардың барлығы, күштік және жоғары

жылдамдықта кесу мен өңдеудің тиімділігін арттыру үшін жаңа өзіндік құрал мен жабдықты дайындау қажеттілігін тудырады. Сондай-ақ, кесу жылдамдығын одан әрі жоғарылату дәстүрлі жону әдістерін қолдану жағдайларына күдік келтіреді, яғни олардың технологиялық мүмкіндігінің шектеулі екенін көрсетіп отыр [6].

[6, 7] жұмыстарда айналу беттерін өңдеуде токарлық жону әдісінің орнына фрезалап жону әдісінің сәтті қолданылуы келтірілген. Мысалы, иінді біліктің мойнын фрезалау [6, 8], ауыр және домалақ емес біліктерді фрезалау [7], тежегіштер мен қаптамаларды және т.б фрезалау. Бұл жұмыстарда жонуды фрезалаумен алмастыру үлкен жылдамдықтарда жону кезіндегі ауыр динамикалық күштердің алдын алуға мүмкіндік береді. [9] жұмыста жүзді құралдармен өңдеу кезінде жылдамдықты 20 ... 30 м/сек дейін жоғарылату, жону операцияларын фрезалау операцияларына алмастырудың түрткісі бола алады. Егер дәстүрлі жону үрдістеріне сүйенсек, онда кесу жылдамдығын жоғарылатса, жону білдектерінің айналу жиілігінің де жоғарылайтынын ескеру керек. Бұл жағдай, тендестірілмеген дайындаманы өңдеуге тура келгендіктен күрделі және өздігінен қиын техникалық тапсырма болып табылады. Кесу жылдамдығын жоғарылатқандықтан иірімді жоңқадан қорғау проблемасы да күрделене түседі [6]. Келтірілген мәселелерге байланысты токарлық өңдеудің дәстүрлі жону тәсілін фрезалап жону тәсіліне ауыстыру дұрыс шешім болып табылады. Мұндай әрекеттер бұрын да жасалған болатын. Шетелдік машина жасау кәсіпорындары айналу денелерін өңдеу кезінде дискті фрезалар жиынтығымен фрезалау арқылы өңдеу жұмыстарын жүргізді (Rotomille әдісі) [6, 10]. Бұл үрдістің артықшылығы – бір операция арқылы сыртқы контурды толығымен алу мүмкіндігі. Кемшілігі – құралды дайындау және пайдалану қиындығы. Бұл үрдіс үшін бір уақытта жұмыс істейтін, кескіш жиектерінің актив жиынтығының елеулі ұзындығы тән болады. Ол өңделетін контурдың ұзындығымен сәйкес келу керек. Егер құралдың үзілмелі түрде жұмыс жасайтынын ескерсек, мұндай құралмен жұмыс жасау тек барлық технологиялық жүйенің жоғары беріктілікке ие болғанында ғана мүмкін екенін көруге болады. Беріктілік жеткіліксіз болғанда айналымды берілісті төмендету керек. Бірақ мұндай жағдайда үрдіс өнімділігі төмендейді [6].

Қазіргі уақытта фрезалап жону арқылы өңдеу үрдісін өндіріске кеңінен енгізуге қажетті білдектердің жоқтығы мен бұл технологияның аз зерттелгендігі кедергі болып тұр. Ал әмбебап білдектерді ғана пайдаланатын машина жасау өнеркәсіптерінде бұл мәселе одан әрі қиындай түседі. Бұл мәселені шешу бойынша жасалған жұмыстар айналу денелері типтес тетіктерді өңдеудің ресурс үнемді технологиясы, соның ішінде термофрикциялық фрезалап жонумен сыртқы цилиндрлік беттерді өңдеу тәсілін және ҚР машинажасау кәсіпорындары жағдайына негізделген токарлық білдек базасында термофрикциялық фрезалап жону тәсілін жүзеге асыруға арналған әмбебап қондырғыны жасау қажеттілігін туындатты.

**Зерттеулер жүргізуге арналған әдістемелер мен жабдықтар.** Жұмыс барысында қойылған талаптар эксперименттік әдістермен шешілді. Теориялық зерттеулерде машина жасау технологияларының, материалдарды кесу теориясының, металлдар технологиясының негізгі ережелері пайдаланылды. Өңделген беттердің сапа көрсеткіштерін өлшеу барысында 2-суретте көрсетілген автоматтандырылған электрондық аспаптар пайдаланылды. Эксперименттік тәжірибелерді орындау үшін токарлық білдекте монтаждалған арнайы құрылғы өңделіп, жасалды. Өңдеу үшін болат

30XГСА материалынан алынған дайындама, тістері ВК6 қорытпасынан жасалған Ø140 мм бүйірлік фреза пайдаланылды.



a)



б)

а – кедір-бұдырлықты өлшеуге арналған аспап; б – қаттылықты өлшеуге арналған аспап

Сурет 2. Өңделген беттің кедір-бұдырлығы мен қаттылығын өлшеуге арналған аспаптар

3-суретте термофрикционды фрезалап жонуға арналған арнайы құрылғы мен бүйірлік фреза көрсетілген.



a)



б)

а – арнайы құрылғы; б – бүйірлік фреза

Сурет 3. Термофрикционды фрезалап жонуға арналған арнайы құрылғы мен бүйір фрезаның фотосуреті

**Тәжірибелік зерттеулер мен нәтижелерді талдау.** Тәжірибелік зерттеулер 2162/ГФ4 «Қатты қорытпалы құралдық материалды құрылымдық болатқа ауыстыруға мүмкіндік беретін импульстік салқындатумен қиын өңделетін материалдарды термофрикциялық өңдеу технологиясын жасау» гранттық тақырыбы аясында жүргізілді.

4-суретте сыртқы цилиндрлік бетті фрезалап жону операциясымен өңдеу үрдісі көрсетілген.



Сурет 4. Сыртқы цилиндрлік бетті фрезалап жону операциясымен өңдеу үрдісінің фотосуреті

Тістері ВК6 қорытпасынан жасалған стандартты бүйірлік фрезаны қолданумен сыртқы цилиндрлік беттерді фрезалап жону тәсілі эксперименттік тұрғыда зерттелді (4-сурет).

Өңдеу үрдісі кезінде бүйірлік фреза мен дайындамаға бір уақытта айналу қозғалысы берілді, сонымен бірге кесуші құрал қосымша беріс қозғалысына ие болды.

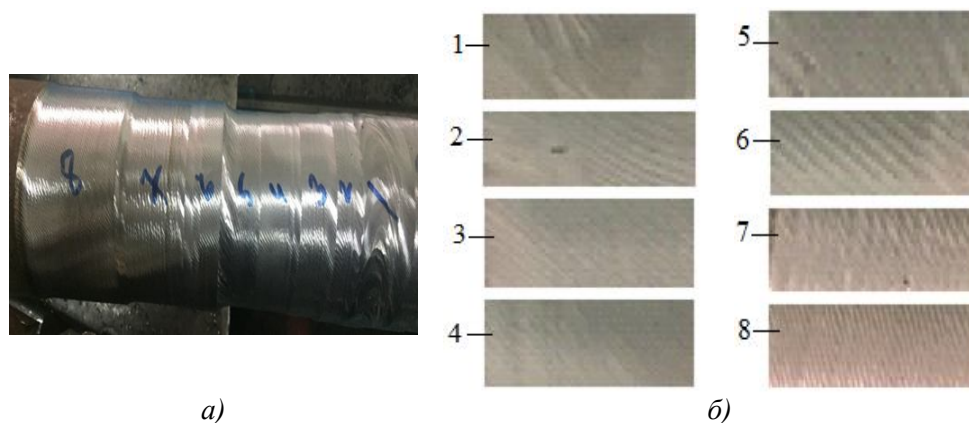
1-кестеде әртүрлі тәжірибелер кезіндегі кесу тәртіптері мен өңделген беттің алынған сапалық көрсеткіштері келтірілген.

Кесте 1

Әртүрлі тәжірибелер кезіндегі кесу тәртіптері мен өңделген беттің сапалық көрсеткіштерінің мәндері

Тәжірибе реті	Кесу тәртіптері				Өңделген беттің сапалық көрсеткіштері	
	$n_{\text{дай}}$ айн/мин	$n_{\text{фр}}$ айн/мин	$S$ , мм/мин	$t$ , мм	$R_a$ , мкм	НВ, кгс/мм <sup>2</sup>
1	500	3000	60	2	9,8	252
2	400	3000	45	1	6,1	233
3	250	3000	30	2	2,2	190
4	125	3000	35	1	3,0	205
5	40	3000	30	2	2,1	185
6	40	3000	25	1	1,6	156
7	125	3000	20	1	1,25	140
8	25	3000	40	1	5,2	215

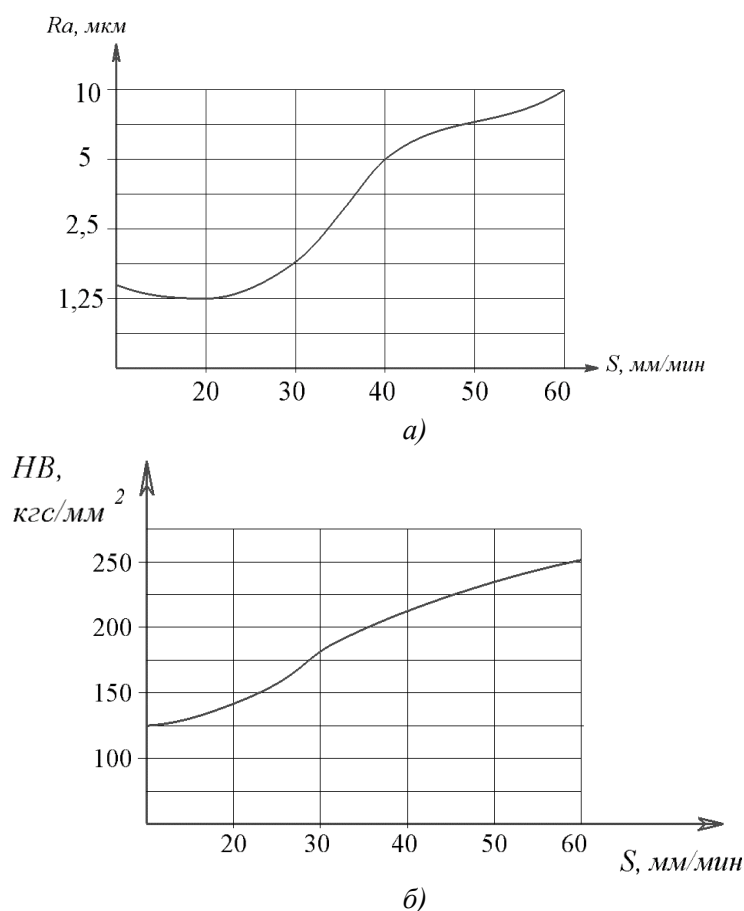
5-суретте тістері ВК6 қорытпасынан жасалған стандартты бүйірлік фрезаны қолданумен 30ХГСА болатын өңдеу үрдісі көрсетілген.



*a* – әртүрлі тәжірибелер кезіндегі өңделген беттер; *б* – әртүрлі тәжірибелер мен кесу тәртіптері кезіндегі алынған беттің кедір-бұдырлығы

Сурет 5. Стандартты бүйірлік фрезаны қолданумен 30ХГСА болатын өңдеу үрдісі

6-суретте бет сапасының көрсеткіштерінің кесу тәртіптеріне тәуелділік графиктері көрсетілген.



Сурет 6. Бет сапасының көрсеткіштерінің кесу тәртіптеріне тәуелділік графиктері

Тәжірибелік зерттеулердің нәтижелері берілістің мәндері сапа көрсеткіштеріне ( $R_a$  және  $HB$ ) әртүрлі әсер ететінін көрсетті. Берілістің жоғарылауы өңделген беттің кедір-бұдырлығына кері әсер етеді, ал берілістің төмендеуі бет кедір-бұдырлығын азайтады. Берілісті жоғарылату кезінде өңделген беттің қаттылығы артады. Бірақ қаттылықты тым жоғарылату дұрыс емес, әсіресе, фрезерлеп жонған бетті әрі қарай механикалық өңдейтін болса. Сонымен қатар берілісті төмендету өнімділікті де төмендететінін ескеру қажет, ол токарлық өндеудің негізгі мәселелерінің бірі. Сондықтан жоғарыда көрсетілген талаптарды қанағаттандыратын кесу режимдерінің оңтайлы мәндерін таңдау керек. Болат 30ХГСА материалын фрезалап жону үшін кесу режимдерінің оңтайлы мәні 1-кестеде келтірілген, №6 тәжірибеге тән.

Беріктігі жоғары болаттарға қаттылығы  $HRC > 28$  мартенситті класқа жататын жоғары легіріленген және көміртекті болаттар жатады.

Беріктігі жоғары болатты өңдеу жоңқа қалыптасуының аз мөлшердегі деформациясымен сипатталады. Механикалық жұмыс негізінен серпімді деформацияға және өңделетін дайындаманың құралдың артқы бетіне үйкелуіне кетеді. Бұл материалдарды кесу барысында шор пайда болмайды. Осы себептерге байланысты құралдың тозуы қарқынды өтеді. Механикалық сипаттамаларының мәндері үлкен болғандықтан, кесу күштерінің мәндері де үлкен болады. Ол құралдың беріктігінің төмендеуіне алып келеді.



Беріктігі жоғары материалдарды кесумен рационалды өңдеу мүмкіндігін анықтайтын негізгі факторлар кесу жиегінің жоғары беріктігін қамтамасыз ету, технологиялық жүйенің жоғары қаттылығы мен діріл орнықтылығын жасау, сонымен қатар, жылу өрістерін басқару болып табылады.

Көміртекті болат 400<sup>0</sup>С-қа дейінгі температурада өзінің қаттылық сипаттамасын сақтайды [11]. Тез кескіш болаттар үшін бұл көрсеткіш 600<sup>0</sup>С, қатты қорытпалар үшін 800<sup>0</sup>С ÷ 900<sup>0</sup>С. Материалдың кесілетін қабатының беріксіздену дәрежесі температураның өсуіне байланысты жоғарылайды. Кесу үрдісі кезінде құрал мен дайындаманың өзара байланысын ескере отырып кесу режимдері мен жылдамдықты инструменталды материалдың максималды қызуға төзімділігі бойынша таңдайды. Материалдың беріктігі мен кесу жылдамдығы жоғары болған сайын, кесу зонасындағы температура да соншалықты жоғары болады. Кесу қимасы бойынша температураны тұрақтандыру дәрежесі, яғни жоңқа қалыптасу зонасындағы температуралық өріс және кернеулік сипаттамаларды теңестіру өте маңызды.

Өңделетін материалдың қаттылығын арттыру, кесу үрдісі кезінде бөлінетін жылудың көлемін көбейтеді, демек, рұқсат етілетін кесу жылдамдығын да төмендетеді.

7-суретте әртүрлі кесу тәртіптеріндегі алынған жоңқалардың суреттері бейнеленген.



*a* – кесу тәртіптері №6 тәжірибеге сәйкес келеді (1-кесте); *б* - кесу тәртіптері №8 тәжірибеге сәйкес келеді (1-кесте); *в* – кесу тәртіптері №1 тәжірибеге сәйкес келеді (1-кесте)

Сурет 7. Әртүрлі кесу тәртіптеріндегі алынған жоңқалардың суреттері

Кесу жылдамдығының тиімді шамасына (1-кесте, №6 тәж.) бұрандалы спираль түріндегі пайда болатын жоңқалардың белгілі бір формасы сәйкес келеді (7*a* сурет). Кесу жылдамдығын тиімді шамадан төмендетсе (1-кесте, №8 тәж.) азаймалы көлемдері бар шағын түйіршіктер түріндегі жоңқа пайда болады (7*б* сурет). Кесу жылдамдығын тиімді шамадан асырса (1-кесте, №1 тәж.) жоңқа жиектері қатты күйген тік сызық түріне ие болады (7*в* сурет).

Жоңқаның шөгудің кесу жылдамдығына тәуелділігі [12] жұмыста көрсетілген. Осыдан кесу жылдамдығының өсуі материалдың беріксізденуіне және соның нәтижесінде жоңқаның ұзындығы бойынша шөгу коэффициентінің азаюына алып келеді.

Айтылғандарды ескере отырып, беріктігі жоғары болаттарды кесу режимін таңдауға өндірілетін материалдың қаттылығы ғана басты әсер етеді деген қорытынды жасауға болады. Болаттың химиялық құрамы, оның басқа

да физикалық-механикалық сипаттамалары кесу үрдісіне айтарлықтай әсер етпейді.

Осылайша, беріктігі жоғары болатты кесудегі қанағаттанарлық өңдеудің басты шарттары— білдектің жеткілікті қуатын қамтамасыз ету, максималды мүмкін болатын қаттылық және технологиялық жүйенің дірілорнықтылығы, кесуші жиектің мұқият қайралуы, көпжиекті құралды қолдану кезінде оларды бірқалыпты жүктеу, максималды мүмкін болатын өткірлік және жұмыс бетінің тазалығын қамтамасыз ету болып табылады. Зерттеу жұмыстары фрезамен жұқалап жону, беріктігі жоғары болаттарды өңдеуде тиімді екенін көрсетті. Өңдеудің оңтайлы режимін таңдау кезінде жонудың бұл әдісі дөрекі ажарлау кезіндегі сияқты, өңдеудің дәлдігі мен кедір-бұдырлығын қамтамасыз етеді. Сонымен бірге беттің өте жақсы сапаға ие болуы дайындалған тетіктердің төзімділігі мен пайдаланушылық сенімділігін арттырады. Бұл беттің күйіп кету, құрылымдық өзгерулер, сыртқы қабатты абразивтің бөлшектерімен шаржылау сияқты ажарлауға тән ақаулардың жоқтығымен түсіндіріледі.

#### **Қорытынды:**

1) Қазақстан Республикасы машинажасау кәсіпорындары жағдайына тән өңдеу мәселесінің жағдайы мен тетіктерді өңдеуді зерттеу нәтижесі механикалық өңдеуге жіберілетін тетіктердің 85% астамы токарлық білдектерінде өңделетін айналу денелері типтес немесе доға тәріздес сыртқы бетке ие тетіктер болып табылатынын көрсетті. Токарлық өңдеу кезінде жоңқаны ұнтақтауға байланысты және айналу беттерін (мысалы, әртүрлі ішкі және сыртқы жырашықтарға ие беттер және т.б.) үзікті жону кезінде кескіште соққы жүктемесі пайда болуы сияқты өзекті проблемалар бар екендігі анықталды. Бұл мәселелер келесі жағдайларды туындатады:

- білдекті баптаудағы қосымша қиындықтарға, сонымен бірге ұнтақталмаған жоңқа кескішке және дайындамаға оралып өңдеу сапасын нашарлатып, білдек тетігінің бұзылуы;

- өңдеудің сапа көрсеткіштерінің төмендеуі;

- құралдың шыдамдылығының төмендеуі.

2) Беріктігі жоғары материалдарды өңдеу кезінде талап етілетін дәлдік пен сапаны қамтамасыз ете отырып өңдеу тиімділігіне қол жеткізу әрқашан мүмкін бола бермейді. Өңдеудің тиімділігі жоғары әдістерін қолдану, соның ішінде фрезалап жону әдісін, сәйкес келетін кесуші құрал мен білдектің болмау себебінен өндіріске енгізу мүмкін болмай келгені мәлім болды.

3) Жоғарыда көрсетілген мәселелерді шешу үшін беріктігі жоғары материалдардан дайындалатын айналушы дене типтес тетіктерді өңдеуге арналған ресурс үнемді фрезалап жону әдісі ұсынылды. Сонымен қатар осы технологияны орындауға арналған токарлық білдектері үшін әмбебап құрылғылар жобаланып, даярланды.

4) Тәжірибелер нәтижесі, сапа көрсеткішіне ( $R_a$  және  $HB$ )  $S$  беріс мәні әртүрлі әсер ететінін көрсетті. Беріс мәнінің артуы өңделген беттің кедір-бұдырлығына кері әсер етеді, ал төмендеуі кедір-бұдырлықтың қолайлы төмендеуіне алып келеді. Берістің артуы кезінде өңделген беттің қаттылығы артады. 30ХГСА болатын фрезалап жонып өңдеу үшін кесу режимінің оңтайлы мәндері (1-кесте, №6 тәж.) анықталды.

5) Беріктігі жоғары болатты кесудің оңтайлы режимдерін таңдауға тек қана өңделетін материалдың қаттылығы ғана басты әсер ететіні анықталды. Болаттың химиялық құрамы, оның басқа да физикалық-механикалық сипаттамалары кесу үрдісіне айтарлықтай әсер етпейді дегені мәлім болды.



б) Фрезалап жонумен дөрекі ажарлауға сәйкес келетін  $R_a < 1,25$  деңгейіне жетуге болатыны тәжірибе жүзінде дәлелденді. Бұл әдіспен өңдеу кезінде бетті күйдіру, құрылымдық өзгерістер, сыртқы қабатты абразив ұнтақтарымен шаржылау сияқты ажарлауға тән ақаулар болмайтыны белгілі болды.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Sherov K.T., Musayev M.M. and other. Experimental study of turn-milling process using special friction mill made of steel HARDOX / Metallurgical and Mining Industry. Volume №11, 2016, pp.52-59.
2. Шеров, К.Т. Қиын өңделетін материалдарды фрезалап-жону әдісімен өңдеу [Мәтін] / К.Т. Шеров, А.К. Шеров, М.М. Мусаев, Т.Б. Курманғалиев // Вестник Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева. – Усть-Каменогорск: Изд-во ВКГТУ, 2016. – №3(73). – С. 116-122.
3. Охлопкова, А.А. Разработка и исследование полимерных композиционных материалов на основе активации политетрафторэтилена и углеродных наполнителей [Текст] / А.А. Охлопкова, Т.С. Стручкова, А.Г. Алексеев, А.П. Васильев // Вестник СВФУ, 2015. – № 4(48). – С.51-63.
4. Сафронов, А.В. Разработка и исследование термочувствительных полимерных волокнистых композиционных материалов [Текст]: автореферат диссертации по машиностроению и машиноведению. – М., 2005.
5. Sherov K.T., Musayev M.M. and other. Optimization of the conditions of convective drying of thermosensitive materials / Journal of Theoretical and Applied Mechanics, Sofia, Vol. 46 No. 4, (2016), pp. 17-25.
6. Грязев, М.В. Перспективные технологии обработки поверхностей вращения фрезерованием [Текст] / М.В. Грязев, А.В. Степаненко // Известия ТулГУ. Технические науки. Вып.2: в 2 ч. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2010. Ч.1. – С. 130-136.
7. А.с. №319380. Способ токарной обработки [Текст]. Опубликовано 02.11.1971. Бюллетень №33.
8. Полехин, В.С. Исследование торцовых головок для точения длинных валов [Текст] / В.С. Полехин // Новые технологические процессы в машиностроении: сборник науч. трудов. – М., 1991. – С.11-12.
9. High Speed crankshaft milleer-Iron Age Metallwork Int. 1973. 12. №5. pp.35-36.
10. Технология механической обработки артиллерийских снарядов [Текст] / [?]. – М.: Оборонгиз, 1978. – 658 с.
11. Подураев, В.Н. Резание труднообрабатываемых материалов [Текст]: учеб. пособие для вузов. – М.: Высш. школа, 1994. – 587 с.
12. Шеров, К.Т. Расчет коэффициента усадки стружки при обработке стали 30ХГСА фрезоточением [Текст] / К.Т. Шеров, М.М. Мусаев // Механика и технологии. – 2016. – №3. – С.36-42.

Материал редакцияға 16.05.17 түсті.

---

**М.М. Мусаев, К.Т. Шеров***Карагандинский государственный технический университет,  
г. Караганда, Республика Казахстан***ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБА  
ФРЕЗОТочЕНИЯ НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ  
ПОВЕРХНОСТЕЙ**

В работе представлены результаты исследований комбинированного способа обработки деталей теловращения фрезоточением. Экспериментальные исследования выполнены по обработке наружной цилиндрической поверхности с использованием стандартной торцовой фрезы, оснащенной зубьями из ВК6. Выявлено, что после обработки фрезоточением при различных режимах резания, а также комбинации движения режущего инструмента и заготовки, полученные значения твердости поверхности до и после обработки отличаются незначительно, что положительно сказывается на выполнении операций точения.

**Ключевые слова.** фрезоточения, высокопрочная сталь, дробление стружки, элементная стружка, стружкообразования, шероховатость, твердость, движение подачи.

**М.М. Mussayev, K.T.Sherov***Karaganda State Technical University, Karaganda, Kazakhstan***EXPERIMENTAL STUDY OF THE METHOD OF TURN-MILLING  
EXTERNAL CYLINDRICAL SURFACES**

In this paper, we present the results of a study of a combined method for processing details of the body of rotation by turn-milling. Experimental studies were carried out on the processing of the outer cylindrical surface using a standard face mill equipped with teeth from VK6. It was found that after machining with turn-milling under different cutting conditions, as well as a combination of movement of the cutting tool and the workpiece, the obtained surface hardness values before and after processing differ insignificantly, which positively affects the following operations.

**Keywords:** turn-milling, high-strength steel, chip shavings, chip formation, roughness, hardness, feed motion.

УДК 621.09.01

**А.К. Ракишев<sup>1</sup>, К.Т. Шеров<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Докторант, <sup>2</sup>Д-р техн. наук, профессор*Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда, Казахстан*  
*Электронная почта: <sup>1</sup>r\_asset@mail.ru, <sup>2</sup>shkt1965@mail.ru***ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБА РОТАЦИОННО-ФРИКЦИОННОГО  
ТОЧЕНИЯ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ**

Цветные металлы, в частности медь и ее сплавы широко используются в различных отраслях народного хозяйства. В данной статье приводятся результаты экспериментального исследования обработки латуни Л63 и бронзы БрАМц9-2 способом ротационно-фрикционного точения. Исследовано процесс стружкообразования при ротационно-фрикционном точении латуни Л63 и бронзы БрАМц9-2. Приводятся микрофотографии полученных стружек и схема корня стружки латуни Л63. Выявлены оптимальные режимы резания при обработке цветных металлов способом ротационно-фрикционного точения инструментами, изготовленных из различных материалов.

**Ключевые слова:** ротационно-фрикционное точение, точение латуни, точение бронзы, стружкообразования, корень стружки, угол установки, частота вращения, подача.

**Актуальность исследования.** В современной технике объем применения цветных металлов и сплавов на их основе непрерывно растет. В связи с бурным развитием авиастроения, ракетной и атомной техники, химической промышленности в качестве конструкционных материалов в настоящее время стали применять такие металлы (и сплавы на их основе), как титан, цирконий, никель, молибден и даже ниобий, гафний и др.

Области применения отдельных цветных металлов и сплавов на их основе весьма разнообразны.

Медь и ее сплавы широко используют в химическом машиностроении, для изготовления трубопроводов самого различного назначения, емкостей, различных сосудов в криогенной технике, в электроэнергетике и т.п.

Алюминий и его сплавы применяют для изготовления различных емкостей в химической и пищевой промышленности. Сплавы на основе алюминия широко применяют для самолетов, ракет, судов, в строительстве и электроэнергетике в связи с их сравнительно высокой прочностью при малой плотности, высокой коррозионной стойкостью в некоторых агрессивных средах и высокими механическими свойствами при низких температурах.

В Республике Казахстан (РК) производством цветных металлов и сплавов занимается Акционерное общество «Завод обработки цветных металлов» (г. Балхаш), который выпускает плоский и круглый прокат в виде полос, лент, листов, проволоки и прутков, а также заготовки литейных сплавов из цветных металлов на основе меди: бронзы, латуни, медно-никелевые, медь, литейные сплавы.

Изготовления различных деталей из цветных металлов и сплавов осуществляется с помощью лезвийной механической обработки. Однако при механической обработке цветных металлов и сплавов существует проблема забивания сливной стружкой зубьев режущего инструмента, например при

точении или фрезеровании сильно замотанная сливная стружка может привести к остановке процесса резания.

Решением данной проблемы может служить применение ресурсосберегающего способа ротационно-фрикционного точения наружных цилиндрических поверхностей.

Авторами в рамках выполнения грантовой темы: 2162/ГФ4 «Разработка конструкций специального станка, позволяющего подачу импульсного охлаждения и замену режущего инструмента из твердого сплава на инструмент из конструкционной стали при термофрикционной резке металлических заготовок» исследован способ ротационно-фрикционного точения наружных цилиндрических поверхностей с использованием специального режущего инструмента – фрикционного чашечного резца [1,2,3].

В механике процесса резания металлов уделяется большое внимание стружкообразованию. На процесс стружкообразования затрачивается более 90% силы и работы резания, соответственно, при стружкообразовании выделяется основная часть тепла. От этого процесса зависят тепловой режим и контактные нагрузки на рабочих поверхностях инструмента, следовательно, интенсивность и характер их износа. В непосредственной связи с процессом стружкообразования находится качество поверхностного слоя и точность обработки детали. Таким образом, почти все характеристики процесса резания и его практические результаты зависят от процесса стружкообразования. Протекание этого процесса в основном определяется деформированным состоянием зоны стружкообразования [4].

При резании хрупких материалов (бронзы, чугуна и др.) происходит вырывание отдельных частиц поверхностного слоя заготовки режущей частью инструмента. Так как пластического деформирования практически не происходит, то элементы стружки, образующиеся в процессе хрупкого разрушения, не имеют правильной формы. Обработанная поверхность шероховатая с зазубринами и вырывами. Такие стружки называют стружками надлома. Изменяя условия резания и состояния материала, можно при его обработке получать различные типы стружек. Так, например, при резании меди с глубоким охлаждением можно получить стружки надлома, а при резании с подогревом твердых и хрупких материалов – стружки скалывания и даже сливные. При резании некоторых применяющихся в технике современных материалов, например, высокопрочных и тугоплавких сплавов, неметаллических, полимерных и композиционных материалов, образуются стружки, по своей форме и внешнему виду значительно отличающиеся от вышеперечисленных [4].

В связи с этим исследование процесса стружкообразования при разработке нового способа ротационно-фрикционного точения наружных цилиндрических поверхностей деталей тел вращения, который способствует решению проблем, связанных с дроблением и забиванием сливной стружки, является актуальной задачей.

**Методика и оборудование для проведения исследования.** Задачи, поставленные в работе, решались экспериментальными и теоретическими методами. В теоретических исследованиях применены основные положения теории резания материалов, теории пластичности и упругости, теории стружкообразования, технологии металлов, материаловедения. В экспериментальных исследованиях применен металлографический метод исследования.

Экспериментальные исследования по обработке ротационно-фрикционным точением выполнялись на токарном станке с применением ротационно-фрикционных чашечных резцов различных диаметров и изготовленных из различных неинструментальных материалов.

На рисунке 1 показаны конструкции примененных ротационно-фрикционных инструментов.



- а) – ротационно-фрикционная чашка выполнена из ВЧ40;  
б) – ротационно-фрикционная чашка выполнена из стали HARDOX450

Рис. 1. Конструкции примененных ротационно-фрикционных инструментов

На рисунке 2 показано фотография универсального металлографического микроскопа Альтами МЕТ 5Т.



Рис. 2. Универсальный металлографический микроскоп Альтами МЕТ 5Т

**Экспериментальное исследование и обсуждения.**  
Экспериментальные исследования были выполнены в лаборатории кафедры «Технологическое оборудование, машиностроение и стандартизация» Карагандинского государственного технического университета. Для обработки ротационно-фрикционным точением были подготовлены образцы-заготовок из различных диаметров и материала: ВЧ40 и сталь HARDOX 450. Обработка образцов-заготовок производилась на токарно-винторезном станке 1К62 и токарном станке JETGH-1640ZX. На рисунке 3 показаны фотографии использованных образцов цветных металлов.

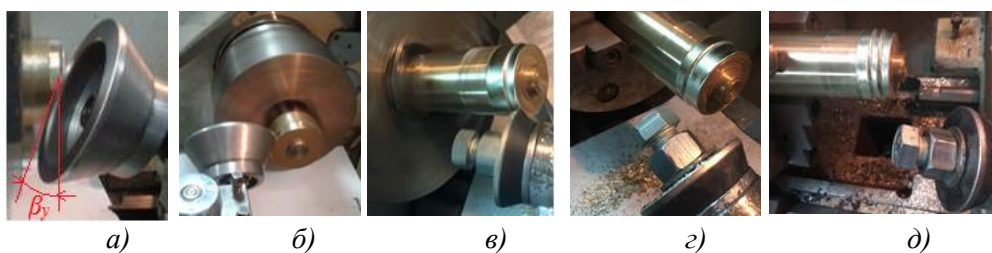


Рис. 3. Фотография использованных образцов цветных металлов

Из латуни 63 изготавливаются: гайки, болты, детали автомобилей, конденсаторные трубы и т.др.

Бронза БрАМц9-2 используются в качестве основного сырья при производстве гаек, втулок, клапанов, шестерен и многих других элементов и технических агрегатов.

На рисунке 4 показаны фотографии процесса обработки образцов цветных металлов.



*a, б* – процесс обработки Л63; *в, г, д* – процесс обработки БрАМц9-2;  
 $\beta_y$  – угол установки инструмента

Рис. 4. Фотографии процесса обработки образцов цветных металлов

Для обработки латуни Л63 были использованы следующие значения режимов резания:  $n_{штп} = 265 \div 1800$  об/мин;  $n_{инс} = 217 \div 1473$  об/мин;  $\beta_y = 25^\circ$ ;  $S = 0,038 \div 2,3$  мм/об;  $t = 1 \div 2$  мм.

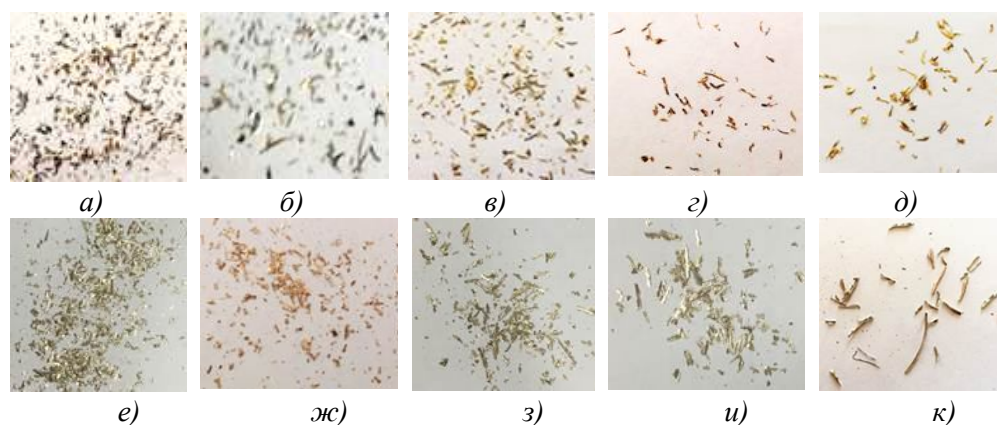
При обработке бронзы БрАМц9-2 режимы резания варьировались в следующих пределах:  $n_{штп} = 25 \div 1800$  об/мин;  $n_{инс} = 25 \div 1800$  об/мин;  $\beta_y = 5^\circ \div 35^\circ$ ;  $S = 0,038 \div 2,3$  мм/об;  $t = 1 \div 2$  мм.

Учитывая, что инструмент имеет самовращение, частота вращения инструмента определялся следующей зависимостью:

$$n_{инстр} = n_{штп} * D_{заг} / D_{инс}$$

На рисунке 5 показаны фотографии стружек, полученные при обработке латуни Л63 и бронзы БрАМц9-2.

Образование нежелательной стружки, а именно – в форме пыли и мелких осколков (см. рис.5 *а, е*), надломов (см. рис.5 *в, ж*), затрудняющих процесс обработки, отвод стружки из зоны резания были получены при режимах резания:  $n = 1400 \div 1800$  об/мин;  $S = 0,19 - 2,3$  мм/об.



*a, б, в, г, д* - фотографии стружек, полученные при обработке латуни Л63;  
*е, ж, з, и, к* - фотографии стружек, полученные при обработке бронзы БрАМц9-2;

Рис. 5. Фотографии стружек, полученные при обработке латуни Л63 и бронзы БрАМц9-2

На рисунке 5*a*, представлена наиболее опасная форма стружки, полученная в результате максимальных значений режимов резания. Увеличение подачи приводит ухудшению процесса резания за счет наибольшего значения съема материала. А увеличение подачи  $S$  при наименьшей значении частоты вращения шпинделя  $n_{\text{шп}}$  приводит к незначительному удлинению стружки (см. рис.5 *д, з*). С уменьшением подачи снижается производительность, который является одним из важным показателем для токарной операции в условиях современного производства. В результате были определены оптимальные режимы резания для латуни Л63 и бронзы БрАМц9-2 при ротационно-фрикционном точении. Для точения латуни Л63 –  $n=870$  об/мин;  $S=0,152$  мм/об; для точения бронзы БрАМц9-2 –  $n=660$  об/мин;  $S=0,114$  мм/об.

Известно [5, 6], что сливная стружка образуется в процессе резания пластичных металлов (например, латуни) при высокой скорости резания и малых подачах. Однако при ротационно-фрикционном точении латуни Л63 сливная стружка не образовалась (см. рис. 5*a, б, в, г, д*).

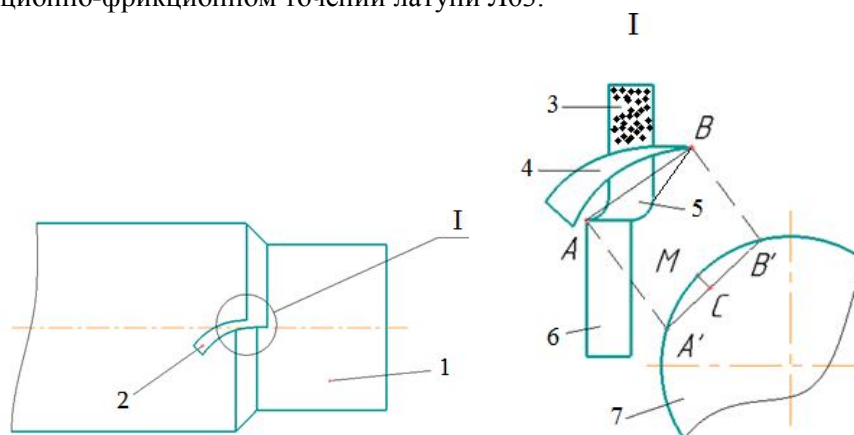
При обработке бронзы образовалась стружка надлома, которая состоит из отдельных кусочков (см. рис.5 *е, ж, з, и, к*). Это можно объяснить отличием кинематики процесса резания ротационно-фрикционного точения, в частности огромное влияние имеет угол установки  $\beta_y$  чашечного резца. С увеличением угла установки инструмента увеличивается площадь контакта «инструмент-заготовка», который способствует увеличению деформации. Чем больше деформация, тем больше упрочняется поверхностный слой металла, увеличивается его твердость и уменьшается пластичность, которая влияет на форму образования стружки. По результатам обработки можно наблюдать, что с увеличением угла установки инструмента стружка принимает более крупную форму (см. рис.5 *е, ж, з, и, к*). Оптимальным углом установки при обработке бронзы БрАМц9-2 определен угол  $\beta_y=15^\circ$ .

При обработке металлов резанием в зависимости от режимов резания, геометрии инструмента, физико-механических свойств обрабатываемой заготовки и инструмента, вида и метода подвода смазочно-охлаждающей жидкости и других, менее значимых, факторов могут существовать



различные виды контактного взаимодействия и образовываться различные виды стружек. Исследователей, как правило, интересует не вид стружки, а процесс ее стружкообразования. Но каждому виду стружки соответствуют свои закономерности процесса стружкообразования.

На рисунке 6 показано схема образования корня стружки при ротационно-фрикционном точении латуни Л63.



1 – заготовка из латуни Л63; 2 – стружка; 3 – обрабатываемая поверхность; 4 – корень стружки; 5 – зона деформации; 6 – обработанная поверхность; 7 – режущий инструмент

Рис. 6. Схема образования корня стружки

Расстояние  $A'B'$  – контактирующая активная дуга части режущей кромки. Передняя поверхность во времени не контактирует с деформирующим слоем. Проведенная линия  $\overline{AB}$  – хорда дуги  $\overset{\frown}{AB}$ . Хорду  $\overset{\frown}{AB}$  можно измерить экспериментальным путем. Измерив экспериментальным путем длину хорды  $\overline{AB}$  можно вычислить длину дуги  $\overset{\frown}{AB}$  с помощью формулы Гюйгенса.

$$P \approx 2l + \frac{1}{3(2l - L)} \quad (1)$$

где,  $l=A'M$ ;  $L=A'B'$ .

Обрабатываемая деталь имеет цилиндрическую форму и точка «В» находится по линии центров станка, то вторая часть активной дуги  $\overset{\frown}{BA}$ , располагается ниже центра. Из этого следует, что стружку сдвигает верхняя половина активной дуги  $\overset{\frown}{BA}$ , а нижняя часть отводит стружку.

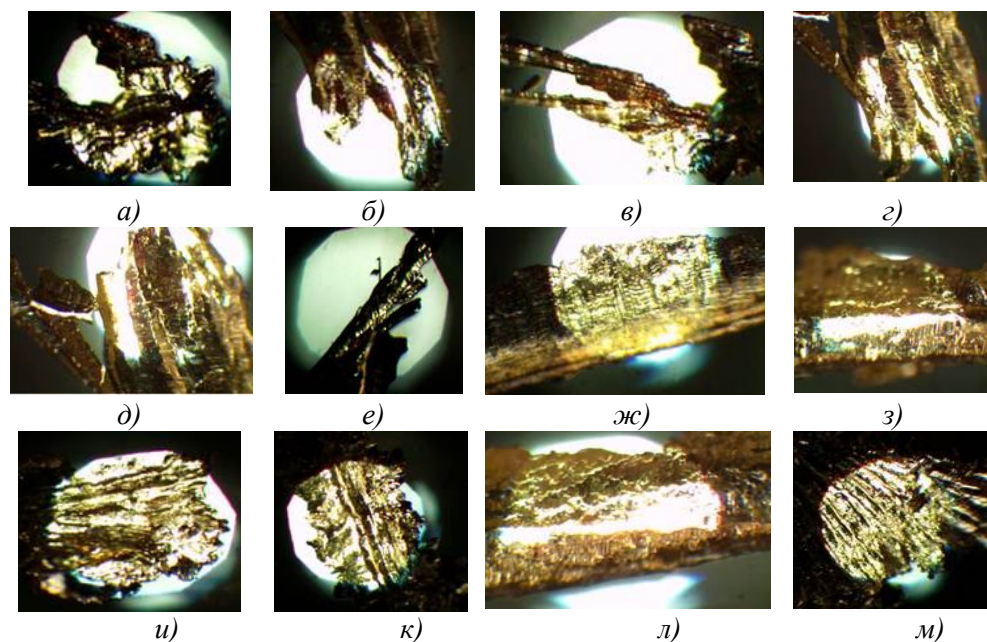
В начале контакта инструмент с заготовкой в точке В начинает сдвигать припуск с малой толщиной, а в конце контакта, или же при выходе сдвинутой слой металла приобретает вид стружки.

Если обработке подвергается абсолютно недеформированный материал, то в поперечном сечении стружка получилась бы в виде параллелограмма. В традиционных методах обработки стружка подвергается



двусторонним деформациям, а в нашем случае благодаря самовращению инструмента, стружка подвергается деформации только одной режущей кромкой. И в результате получается треугольная форма стружки. А также установлено, что чем больше угол установки  $\beta$ , тем сильнее стружка теряет форму треугольника.

На рисунке 7 показаны микрофотографии стружек полученные с помощью универсального металлографического микроскопа Альтами МЕТ 5Т (см. рис.2).



*a, б, в, г, д, е* – микрофотографии стружек латуни Л63;  
*ж, з, и, к, л, м* - микрофотографии стружек бронзы БрАМц9-2

Рис. 7. Микрофотографии стружек, полученные с помощью универсального металлографического микроскопа Альтами МЕТ 5Т

Повышение скорости ротационно-фрикционного точения может привести к большому сколу стружки (см. рис.7в,д,е), который отрицательно влияет на качество обработанной поверхности. Установлено, что увеличение угла установки инструмента благоприятно влияет на процесс резания и образования стружки, так как с увеличением угла установки форма стружки увеличивается и тем самым создается условие для свободного выхода стружки (без прилипания). Однако необходимо учесть то, что чрезмерное увеличение угла установки может привести к понижению пластичности медных сплавов, который способствует в процессе их деформации развитию опережающих микро- и макротрещин (см. рис. 7 б, в, д, и, м). Также наблюдались в образуемых стружках трещины (см. рис. 7 ж, и, к), разделяющие ее на деформированные элементы, которые прочно связаны тонким и сильно деформированным контактным слоем. Образование такой стружки объясняется тем, что при выборе оптимальных значений режимов резания и угла установки инструмента, пластическая деформация протекает в основном в контактом слое «инструмент-заготовка», что является основным эффектом реализации способа ротационно-фрикционного точения.

**Выводы:**

1) Проведенные исследования в условиях машиностроительных предприятий РК показали, что при механической обработке цветных металлов и сплавов существует проблема забивания сливной стружкой зубьев режущего инструмента, в частности при точении сильно замотанная сливная стружка может привести к остановке процесса резания.

2) Результаты экспериментальных опытов показали возможность обработки способом ротационно-фрикционного точения цветных металлов, в частности латуни Л63 и бронзы БрАМц9-2. При этом режущие диски были изготовлены из стали HARDOX450 и ВЧ40.

3) Установлено, что увеличение подачи приводит к ухудшению процесса резания, а уменьшение подачи снижает производительность обработки. Исходя из этого были определены оптимальные режимы резания: для точения латуни Л63 -  $n=870$  об/мин;  $S=0,152$  мм/об; для точения бронзы БрАМц9-2 -  $n=660$  об/мин;  $S=0,114$  мм/об.

4) Установлено, что при обработке цветных металлов, подбором оптимального значения угла установки инструмента и режимов резания можно управлять формой и размерами образуемой стружки. Оптимальным углом установки при обработке бронзы БрАМц9-2 определен угол  $\beta_y=15^\circ$ .

5) Установлено, что при выборе оптимальных значений режимов резания и угла установки инструмента, пластическая деформация протекает в основном в контактном слое «инструмент-заготовка», что является основным эффектом реализации способа ротационно-фрикционного точения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шеров, К.Т. Құрамалы механикалық өңдеудің деформациялау және жылулық әсерімен кесу әдістері [Мәтін] / К.Т. Шеров, А.К. Ракишев [и др.] // Труды университета. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2012. – №1(46)№ – С.14-17.
2. Шеров, К.Т. Қиыстырушы әдіспен өңдеуде беттің микропішінін қалыптастыру [Мәтін] / К.Т. Шеров, А.К. Ракишев [и др.] // Труды университета. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2016. – №2(63). – С.12-14.
3. Шеров, К.Т. Исследование деформации срезаемого слоя при ротационно-фрикционной обработке [Текст] / К.Т. Шеров, А.К. Ракишев [и др.] // Научное периодическое издание по материалам XV Всероссийской научно-технической конференции с международным участием «Механики XXI века». – Братск: Изд-во ФГБОУ ВПО «БрГУ», 2016. – С.22-24.
4. Зайцев, В.Е. Исследование влияния основных параметров резания на процесс стружкообразования при торцевом фрезеровании алюминиевого сплава 6082 Т6 [Текст] / В.Е. Зайцев, Е.А. Скрипка, А.В. Воронин // Сборник научных трудов Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 2014. – Вып. №65. – С.42-48.
5. Грановский, Г.И. Резание металлов [Текст]: учебник для машиностр. и приборостр. спец. вузов / Г.И. Грановский, В.Г. Грановский. – М.: Высш. шк., 1985. – 304 с.
6. Ящерицын, П.И. Теория резания. Физические и тепловые процессы в технологических системах [Текст]: учеб. для вузов / П.И. Ящерицын, М.Л. Еременко, Е.Э. Фельдштейн. – Мн.: Выш. шк., 1990. – 512 с.

Материал поступил в редакцию 18.05.17.

**А.К. Ракишев, К.Т. Шеров**

*Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, Қарағанды қ, Қазақстан*

### **ТҮСТІ МЕТАЛДАРДЫ РОТАЦИЯЛЫҚ-ФРИКЦИЯЛЫҚ ЖОНУ ӘДІСІН ҒЫЛЫМИ ЗЕРТТЕУ**

Түсті металдар, соның ішінде мыс және оның қорытпалары халық шарушылығының әртүрлі салаларында кеңінен қолданыс тапқан. Бұл мақалада ротациялық-фрикциялық жону әдісімен жез Л63 және қола БрАМц9-2 материалдарын өңдеу үрдісін ғылыми тәжірибелік зерттеу нәтижелері берілген. Жез Л63 және қола БрАМц9-2 материалдарын ротациялық-фрикциялық жону кезінде жоңқа қалыптасу үрдісі ғылыми тұрғыдан зерттелген. Өңдеу үрдісінде пайда болған жоңқалардың микрофотосуреттері және жез Л63 материалын өңдеудегі жоңқа түбірінің сұлбасы көрсетілген. Әртүрлі материалдардан жасалған кесуші құралдармен түсті металдарды ротациялық-фрикциялық жону кезіндегі оңтайлы кесу режимдері анықталған.

**Түйін сөздер:** ротациялық-фрикциялық жону, жезді жону, қоланы жону, жоңқа қалыптасуы, жоңқа түбірі, орнату бұрышы, айналу жиілігі, беріліс.

**A.K. Rakishev, K.T. Sherov**

*Karaganda State Technical University, Karaganda, Republic of Kazakhstan*

### **INVESTIGATION OF THE METHOD OF ROTATION-FRICTION PRESSING OF NON-FERROUS METALS**

Non-ferrous metals, in particular copper and its alloys, are widely used in various branches of the national economy. In this article, the results of an experimental study of the treatment of brass of L63 and bronzes of BrAMc9-2 by rotational frictional turning are presented. The process of chip formation during rotational frictional turning of brass L63 and bronze BrAMc9-2 is studied. Also micrographs of the obtained chips and a chip root scheme are described. Optimal modes of cutting non-ferrous metals by rotational-frictional turning are revealed.

**Keywords:** rotational-friction turning, brass turning, bronze turning, chip formation, chip root, installation angle, speed, feed.

ӨОЖ 631.511:631.512(574)

**М.Ж. Досжанов<sup>1</sup>, Е.Н. Ыскак<sup>2</sup>, Н.К. Агайдаров<sup>3</sup>, Г.Ж. Тасбергенова<sup>4</sup>**<sup>1</sup>Техн. ғылымдарының д-ры, профессор, <sup>2</sup>Техн. ғылымдарының канд.,<sup>3</sup>Магистрант, <sup>4</sup>Аға оқытушы

Қорқыт Ата атындағы Қызылорда мемлекеттік университеті,

Қызылорда қ., Қазақстан

Электрондық почта: <sup>1</sup>doszhanov55@mail.ru, <sup>2</sup>er.yskak56@mail.ru,<sup>3</sup>tasbergenova71@mail.ru**ЖҰМЫСТЫҚ БЕТТІКТЕРІ ІСТЕН ШЫҚҚАН ҚҰРАЛДАРДЫ  
ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУДІҢ ТӘСІЛДЕРІ**

Жылжымалы құрамдарда, арнайы өзі жылжитын көліктерде, мұнай өндірісінде қолданылатын құрал-жабдықтардың істен шыққан бөлшектерін қалпына келтіру және қатайту үшін қолданылатын әдістерге жасалған талдау ұсынылған. Бөлшектердің қажалған беттіктерін композициялық полимерлік материалдармен қалпына келтіру түрі қарастырылған. Бұл технология үлкен жылдамдықта айналатын бөлшектердің беттіктерінің қалпына келтірілуі мен қажалуға төзімділігін арттыруды қамтамасыз етеді.

**Түйін сөздер:** мұнай ұңғыма, сорап, қондырғы, компрессор, мойынша, бөлшектер, балқыма, қаптау, мүжілу, сұйық металл тамшылары, қысым.

Қазіргі таңда Қазақстандағы мұнай бұрғылау кен орындары жалпы қорының негізгі бөлімін жасаудың ең соңғы кезеңі сорғы-станогы бар штангалы-ұңғымалы сорап қондырғыларының көмегімен орындалады. Заманауи деңгейде мұнай қорында ұңғымаларды пайдаланудың механикаландырылған тәсілі кезінде келесі құрылғыларды кеңінен қолдануға болады:

- штангалы ұңғымалы сорап қондырғылары;
- электржүктемелі ортадан тепкіш сорап қондырғылары;
- компрессорлы газлифт.

Мұндай штангалы ұңғымалы сорап қондырғыларының кеңінен қолданылуының себебі оның конструкциясының қарапайымдылығы және станок-сорғы мен сәйкес жабдықтар жетегіне қызмет көрсетудің жеңілдігіне байланысты болып отыр. Бұл тәсілді одан әрі жетілдіру үшін барлық тораптардың сенімділігін арттыру есебінен тереңнен сору қондырғыларының тиімділігін жоғарылату қажет.

Осыған орай, кез-келген ұңғымаларды – мұнай айдау, газ айдау және т.с.с. пайдалану жағдайларында оларды мезгіл-мезгіл жөндеп тұру қажет.

**1. Қажалған мойыншаларды қалпына келтіру.** Ұсынылып отырған әдіс бөлшектерді жөндеу саласына қатысты. Оның ішінде осьтердің қажалған мойыншаларының беттіктерін электродоғалық металлды шашырату тәсілімен қалпына келтіру және қатайту болып табылады. Қажалған беттікке металл шашу үшін беттікті жону, ысқылау, майсыздандыру және майда бұранда қазу арқылы дайындаймыз. Дайындалған беттікке балқыту үшін металл тамшыларын қысымдағы газ арқылы шашамыз және балқытылған қабатты керекті өлшемге дейін жонамыз. Қажалған беттікке металды шашыратуға дайындау үшін механикалық жону арқылы 0,95- 1,2 мм тереңдікке қазамыз, ал металл шашу үшін қысымы 0,6-0,7 МПа болатын газ пайдаланамыз.

Қысымды газ ретінде төменде ұсынылатын газдардың ішінен біреуін таңдаймыз: ауа, оттегі диоксиді, іштен жану қозғалтқышының шығарған газдары, азот, инертті газ. Осының нәтижесінде үрдістің өнімділігі артып және алынған қабаттың қалыңдығы 1,2 мм дейін ұлғаяды.

Ұсынылатын жаңалық жылжымалы құрамдарға, арнайы өзі жылжитын көліктерге, мұнай өндірісінде қолданылатын құрал жабдықтардың бөлшектерін қалпына келтіруге және қатайтуға арналған.

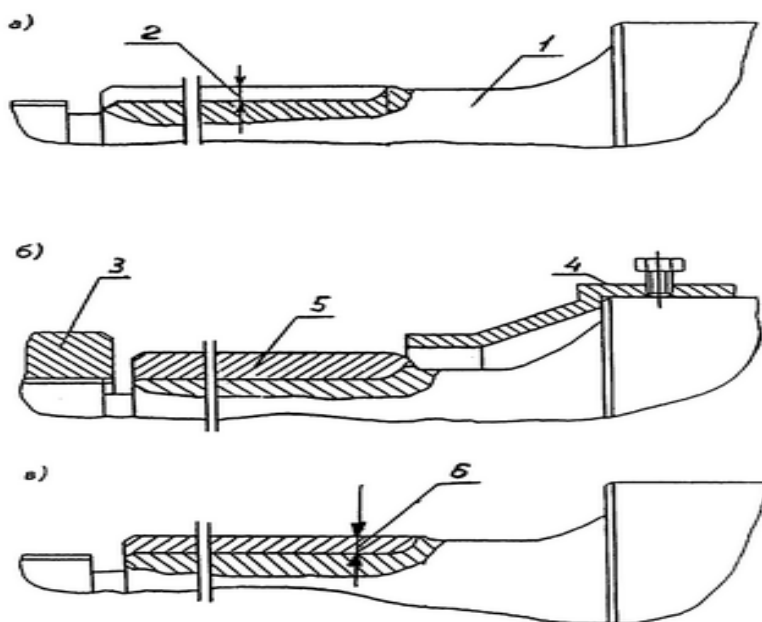
Сонымен қатар, осындай осьтердің қажалған мойыншаларын қалпына келтіру үшін лазерлік балку тәсілі де қолданылады. Алдын ала қажалған беттіктерді майсыздандырып, механикалық өңдеу жүргізіп, балқыма ұнтағын түтікше арқылы лазерлік балқытуды жүргіземіз.

Бұл жағдайда лазер қуаттылығы 1,5 кВт лазер сәулесінің диаметрі 1,5 мм қыстырылған балқыма ұнтағын беттікке 0,1 г/с жылдамдықпен жүргіземіз. Түтікше еңкейту бұрышы лазер сәулесінің тік осіне қарағанда 35-45<sup>0</sup>С-та болады.

Сонымен қатар осьтердің қажалған беттіктерін электроимпульсті тәсілменен қалпына келтіру және қатайту тәсілі белгілі. Бұл жағдайда балқыма қабатының қалыңдығы болат электродын пайдалану арқылы іске асырылады. Сол арқылы біз керекті беріктіктегі қабатты ала аламыз.

Ұсынылып отырған техникалық нәтиже арқылы үрдістің өнімділігін арттыруға және алынатын қабаттың қалыңдығын бір жақты 1,2 мм өсіруге қол жеткіземіз.

Инертті газ ретінде аргонды қолданамыз. Ұсынылып отырған тәсіл төмендегі сұлба бойынша түсіндіріледі (1-сурет, а,б,в позициялары).



1 – ось; 2 – мойынша беттігін балқытуға дайындау үшін жону тереңдігі; 3 – қорғау гайкасы; 4 – қорғау төлкесі; 5 – металдаудан кейінгі қабат қалыңдығының мөлшері; 6 – дайын қаптама қабатының қалыңдығы.

Сурет 1. Металлды шашырату тәсілімен қалпына келтіру және қатайту сұлбасы

Дайындалған беттікке металл шашу былайша жүргізіледі. Екі әрдайым оралып отыратын маркасы 30ХГСА диаметрі 1,6-2 мм болатын сымды қолдана отырып, ЭМ-17 металлизаторы арқылы өткізіп, ұштары жақындатылады. Соның нәтижесінде тұрақты ток көзінен алынатын қуат нәтижесінде ұштарында электродоғасы пайда болып сым ұштары балқып, сұйық металл тамшылары пайда болады.

Орталық түтікше арқылы 0,6-0,7 МПа қысымменен жіберілетін қысылған газ металл тамшыларын көптеген бөлшектерге бөліп, қажалған беттікке береді. Қатты қысыммен берілетін метал бөлшектері дайындалған беттікке ұрылып, сол беттікте қатып, берік металл қабатын құрайды. Бұл үрдіс суықтай шашу деп аталады. Нәтижелері 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1

Металл шашырату үрдісінің көрсеткіштері

№, р/с	Қазу тереңдігі, мм $\pm 0,05$	Қысылған газ қысымы (табиғи газ), МПа	Бір жаққа 2 мм болатын қалыңдық алу үшін өткел саны	Жарамсыз болып қалған бөлшектер саны
1	0,9 (үлгі)	0,55 (ауа)	7	100
2	0,95	0,60 (азот)	4	110
3	0,95	0,60 (аргон)	3,5	115
4	1,10	0,65 (ІЖҚ газдары)	3,5	120
5	1,20	0,70 (ауа)	3,0	130

**2. Қажалған бөлшектерді композициялық полимерлік материалдармен қалпына келтіру.** Бұл технологияның кемшілігі бөлшектердің жұмыс беттігін қаптаған кезде негіз бен қаптау материалы арасында тұтастықтың болмауында. Сол себепті бөлшектердің жұмыс атқару барысында қатты күш түскенде қаптаған материалдар шеттері мүжіле бастайды. Сонымен қатар, бұл технологияны үлкен жылдамдықта айналатын бөлшектердің, подшипник беттіктерін қалпына келтіруде және қажалуға төзімділігін қамтамасыз етуде қолданады.

Бұл технология бойынша қажалған беттіктерге антифрикциялық полимерлік композициялар тікелей престоу арқылы жүзеге асады. Осының арқасында бөлшек беттігінің қалыптасуынан адгезиялық беріктігін көтеруге қол жеткізуге болады. Негіз беттігіне қапталатын қажалуға төзімді полимерлік материалдар қабатының аз қалыңдығы түсетін күштерге қарсылықты күшейтеді, негіз бен қабат арасындағы байланыс жоғарылайды, жұмыс барысында болатын қызуды шығару жоғарылайды және жұмыс жасау қабілеті артады.

Магнитті-электрлік қажалуға төзімділікті арттыру тәсілі. Магнитті-электрлік қажалуға төзімділікті арттыру (МЭТА) тәсілі қажалған беттіктерді қалпына келтірудің үздік тәсілдерінің бірі болып саналады. Бұл тәсілді қолдану барысында қажалған беттікте қажетті физикалық-механикалық қасиеттері бар, қажалуға төзімді қабат алуға болады.

Ферромагниттік ұнтақтың химиялық құрамын өзгерте отырып осы тәсілдің көмегімен әртүрлі химиялық қосылыстардан пайда болатын кристалдық құрылымы бар қабат алуға болады. МЭТА тәсілінің технологиялық тараптан қарағанда көптеген қасиетке ие: беттігін қатайтатын бөлшектің жұмыс беттігін алдын ала дайындауды қажет етпейді; күрделі

электродтарды қажет етпейтін пайдалануға жеңіл жабдықтар қолданылады; үрдісті автоматтандыруға мүмкіндік береді.

Бұл тәсілді қолдана отырып, әртүрлі машиналардың, жабдықтардың, қажалу ортасында жұмыс атқаратын негізгі жұмыс құралдарының беттігін қатайтуға қол жеткізуге болады. Сонымен қатар әртүрлі материалдарды ұнталайтын, өңдейтін жабдықтардың жұмыс беттіктерін қатайтуға да жарамды.

Әр салада қолданылатын техникалар мен құрал-жабдықтардың жұмысшы аспаптарының жұмыс барысында мүжілуін сараптау кезінде, олардың жүзінің геометриялық сұлбасы мен пішіні өзгеріске ұшырайтыны анықталды. Құралдардың мұндай өзгерістері жұмыс беттерінің жер өңдеу кезінде топырақтың қажағыш элементтерінің кесу жүзінің артқы жағына әсерінен болады. Осындай қажалу түрі барлық жер өңдеу құралдарында кездеседі. Қажалу барысында құралдың негізгі беттігі жүзінде фаска пайда болады, оның сипаты дайындау кездегіден бөлектеу келеді.

Осыған орай жұмыс құралдарын қалпына келтіру немесе нығайту тәсілдерінің ішінде кең тарағаны балқыту түрі [1-5]. Балқытып қосу арқылы құралдардың жұмыс беттіктерінде керекті химиялық құрамда жоғарғы қаттылықпен және қажалуға төзімді кез-келген қалыңдықпен балқытылған қабат алуға болады [2, 7]. Балқыту үрдісінің ерекшелігі оның жоғары өнімділігінде, қойылатын талаптарға сай 0,35-65 кг/сағ аралығында өтеді, сонымен қатар оны механикаландыру және автоматтандыруға болады.

Бөлшектерді жаңадан дайындау немесе жарамсыздарын қалпына келтіру үшін қолданылатын балқыту арқылы бейметал бұйымдарын алуға болады, бөлшектің негізгі металының қасиеттері беріктікті қамтамасыз етсе, балқытылған қабат мүжілуге жоғарғы төзімділікті береді. Жөндеу өндірісіндегі балқытудың тиімділігі қалпына келтірілген бөлшектер жаңасына қарағанда арзан және дұрыс қабылданған технологияны қолданғанда жұмыс мерзімі бірнеше рет ұзарады [3, 7].

Балқытып алынған балқымалар [2, 3, 6] құйма қорытпалары болып келеді, оларға тән кемшіліктерге ірі түйіршіктік, шлақтық қосылыстар, дендриттер, химиялық және құрылымдық біртұтас еместігі, жарқыншақтар мен бос орындар жатады. Балқытылып құйылған қабат негізгі және қосымша металдармен құйма қорытпасын құрайды.

Балқытылған металдың құрылымы үрдіс параметрлеріне, суыту жылдамдығына және химиялық құрамына байланысты құралады. Егер токтың күшін көбейтсек микроқұрылым ірі түйіршікті болады, ол соққы тұтқырлығын кемітеді. Балқыту барысында негізгі және балқыма металдар араласып химиялық құрамы өзгеріске ұшырайды.

Электродоғалық тәсілмен [2-5] металдарды балқытып қаптау кезінде алынған металдың құрылымы бағаналық болып келеді. Балқыту кезінде жылу беру шарты әр қилы болады, сондықтан кристалдардың өсу бағыты мен жылдамдығы да әртүрлі, осыған орай пісіру ваннасының қатуы кезінде күрделі қым-қиғаш қаңқа пайда болады. Мұндай металқаптағыштар квазиизотропты деп аталады [2-4].

Балқытып қаптау тек қана қалыңдығы шектелген жұмысшы бөлшектерге тиімді, ал жүзі жұқа құралдарға тиімсіз немесе мүлдем жарамайды. Газбен балқыту тәсілінің өнімділігі өте төмен, сондықтан үлкен өндіріс орындарында және бөлшектерді көптеп шығаратын өндірістерде тиімсіз. Соңғы кездері кеңінен қолданылып жүрген бөлшектер бетіне никель, кобальт, молибден негізіндегі қорытпаларды балқытатын индуктивтік тәсіл де тиімсіз болып табылады [4].

Сұйық металды қатырып балқыту тәсілінде жоғарыда аталған кемшіліктер жоқ, бұл тәсілге жоғарғы өнімділік, үнемділік, механикаландыру және автоматтандыру қасиеттері тән.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Баландин, Г.Ф. Технология литейного производства. Специальные виды литья [Текст] / Г.Ф. Баландин, Ю.А. Степанов. – М.: Металлургия, 1983.
2. Баландин, Г.Ф. Литье намораживанием [Текст] / Г.Ф. Баландин. – М.: Машгиз, 1962. – 263 с.
3. Батлер, М.А. Упрочнение деталей машин [Текст] / М.А. Батлер. – 2-ое изд. – М.:Машиностроение, 1978. – 184 с.
4. Беккерт, М.Н. Мир металла [Текст] / М.Н. Беккерт / Перевод с немецкого Яркина М.Я. Под ред. Лютцау В.Г. – М.: Мир, 1980. – 151 с.
5. Васильев, Н.Г. Оптимизация по технико-экономическим критериям режимов наплавки деталей подвижного состава [Текст] / Н.Г. Васильев. – М.:Машиностроение, 1985.
6. Вейник, А.И. Приближенный расчет процессов теплопроводности [Текст] / А.И. Вейник. – М., - Л.: Госэнергоиздат, 1959. – 184 с.
7. Винокуров, В.Н. Полевые методы изучения износостойкости наплавки для почворезущих деталей сельскохозяйственных машин [Текст] / В.Н. Винокуров // Сборник «Износостойкие наплавочные материалы и методы их наплавки». Материалы семинара. Часть 2. – М., 1966.

*Материал редакцияға 30.03.17 түсті.*

**М.Ж. Досжанов, Е.Н. Ыскак, Н.К. Агайдаров, Г.Ж. Тасбергенова**

*Кызылординский государственный университет им. КORKYT ATA,  
г. Кызылорда, Казахстан*

#### МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ

Предложен метод восстановления изношенных деталей и приспособлений, который можно широко применять при обработке различных технических деталей, ремонте транспортных средств, в нефтедобывающей отрасли. Рассмотрены ряд способов и технологий, в частности с добавлением композиционных полимерных материалов, применяемых в восстановлении рабочей поверхности изношенных деталей. Даны рекомендации по использованию технологии для обработки быстровращающихся деталей (например, подшипников и др.).

**Ключевые слова:** восстановление, деталь, приспособление, технология, наплавка, изнашивание, шейка, компрессор, насос.

**M.Zh. Doszhanov, Ye.N. Iskak, N. Agaidarov, G.Zh. Tasbergenova**

*Kyzylorda State University named after Korkyt Ata, Kazakhstan*

#### METHODS OF RESTORING WORKING SURFACES OF WORN OUT ELEMENTS



A method for restoring worn out parts and devices, which can be widely used in processing various technical details, repairing vehicles, in the oil industry is proposed. A number of methods and technologies are considered, in particular, with the addition of composite polymer materials used in restoring the working surface of worn parts. Recommendations are given on the use of technology for processing fast-rotating parts (for example, bearings, etc.).

**Keywords:** restoration, detail, adaptation, technology, surfacing, wear, neck, compressor, pump.

ӘОЖ 621.01-231.31

А.Т. Жақаш<sup>1</sup>, Э.А. Джакашова<sup>2</sup>, Д.Ә. Мекемова<sup>3</sup>

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

### АЛТЫ ТИЕКТІ КҮРДЕЛІ ЖАЗЫҚ МЕХАНИЗМДЕРДІ ЗАМАНАУИ ЕСЕПТЕУ ӘДІСТЕРІМЕН КИНЕМАТИКАЛЫҚ ТҮРҒЫДАН ЗЕРТТЕУ

Алты тиекті күрделі жазық механизмдерді заманауи есептеу әдістерін қолдана отырып, олардың кинематикалық параметрлерін анықтау қарастырылған. Векторлық контурлардың негізінде айнымалы параметрлерді анықтайтын теңдеулер жүйесі алынған. Қажетті параметрлерді анықтау үшін Delphi тілінде бағдарламалар құрылған.

**Түйін сөздер:** механизмдер, тиектер, жылдамдық, үдеу, графо-аналитикалық және аналитикалық әдістер.

Төрттиекті механизмдердің орнын, жылдамдық пен үдеулердің графо-аналитикалық және аналитикалық әдістермен анықтаудың әдістері, анықтау жолдары толық қарастырылған десек те болады.

Бұл механизмдердің тиектерінің орнын анықтау үшін бір немесе екі үшбұрышты векторлық контурларды қарастыру жеткілікті. Жылдамдық пен үдеудің аналогтарын анықтау үшін тұйықталған контурдың векторлық теңдеуін құрып, содан соң сәйкесінше перпендикуляр осьтерінде жобалаймыз, алынған өрнекті қажетті жалпы координата бойынша екі рет дифференциалдасақ жеткілікті [1].

1-суретте 3, 4 және 5, 6 тиектерден құралған екі топтан қалыптасқан алтытиекті механизм көрсетілген. Екі механизмде де 1 тіреуішпен кинематикалық жұп құратын топтың 5 тиегі 4 тиекпен байланысқан. Бастапқыда ABDA және BCDB контурлары қарастырылады.

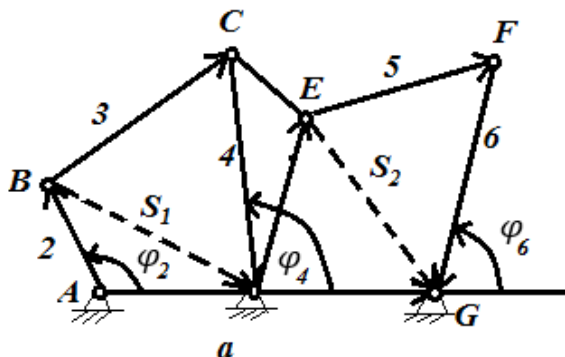
$\varphi_4$  бұрышы  $\varphi_2$  координатасынан тәуелді функцияны аламыз:  $\varphi_4 = \varphi_4(\varphi_2)$ . Содан соң DEGD және EFGЕ контурлары қарастырылып,  $\varphi_6 = \varphi_6(\varphi_4)$  функция алынады.

Егер екі өрнекті шешетін болсақ,

$$\begin{cases} \varphi_4 = \varphi_4(\varphi_2) \\ \varphi_6 = \varphi_6(\varphi_4) \end{cases} \quad (1)$$

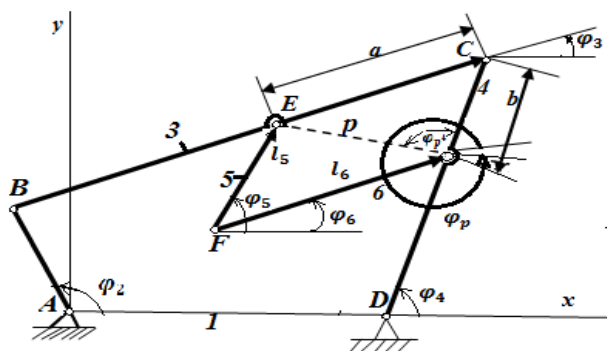
$$\varphi_4 \text{ бұрышын қолданып, } \varphi_6 = \varphi_6(\varphi_2) \quad (2)$$

функциясын алуға болады.



Сурет 1. Алтытиекті жазық механизм

3 және 4 жылжымалы тиектері бар Е және G кинематикалық жұптарына жататын 5 және 6 тиектен құралған (2-сурет) II классты екітізгінді алтытиекті механизмдер үшін аналитикалық зерттеу күрделі болып табылады. Себебі оның контурлық векторлық теңдеуі күрделі құрылған.



Сурет 2. II классты екітізгінді алтытиекті механизм

ECGFE тұйықталған контурының векторлық теңдеуін құрамыз:

$$l_5 + a - b = l_6 \quad (3)$$

Осы теңдеудің векторларының Ax және Ay осіне түсірілген проекциялары

$$\left. \begin{aligned} l_5 \sin \varphi_5 + a \sin \varphi_3 - b \sin \varphi_4 &= l_6 \sin \varphi_6 \\ l_5 \cos \varphi_5 + a \cos \varphi_3 - b \cos \varphi_4 &= l_6 \cos \varphi_6 \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

$\varphi_5$  пен  $\varphi_6$  бұрыштары (4) теңдеуден анықталады және олардың функциялары да табылады:  $\varphi_5 = \varphi_5(\varphi_2)$  және  $\varphi_6 = \varphi_6(\varphi_2)$ .

$\varphi_5$  пен  $\varphi_6$  бұрыштарын E және G нүктелерін  $\rho$  векторымен қосып анықтауға да болады (2-сурет.). Онда ECG үшбұрышынан  $\rho$  ұзындығын анықтауға болады:

$$\rho = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos(\varphi_4 - \varphi_3)} \quad (5)$$

$$\varphi_{\rho 4} \text{ (3) бұрышы } \varphi_{\rho 4} = \arcsin \frac{a}{\rho} \sin(\varphi_4 - \varphi_3) \quad (6)$$

$$\text{ал, } \varphi_{\rho} \text{ бұрышы } \varphi_{\rho} = \varphi_{\rho 4} + \varphi_4 \quad (7)$$

ECG үшбұрышынан келесі өрнекті аламыз:

$$\cos(\varphi_5 - \varphi_6) = \frac{\rho^2 - \ell_5^2 - \ell_6^2}{2\ell_5\ell_6} \quad (8)$$

$$\varphi_{\rho} \text{ бұрышы } \varphi_{\rho 6} = 360^\circ - \varphi_{\rho} + \varphi_6 \quad (9)$$

$$\text{Бұдан } \sin(\varphi_5 - \varphi_6) = \frac{\rho}{\ell_5} \sin \varphi_{\rho 6} \quad (10)$$

(8) және (10) теңдеулерді шешіп,  $\varphi_5$  мен  $\varphi_6$  бұрыштарын анықтауға болады.

**Екінші класты алты және сегіз тиекті жазық механизмді заманауи есептеу әдістерімен зерттеу.** Алты немесе одан да жоғары тиекті жазық механизмдердің кинематикасын негізінен графоаналитикалық әдістермен зерттеп, талдау жасайды. Яғни, мұндай механизмдердің ары кеткенде 12 қалпы масштабта тұрғызылып, сол қалыптарға жылдамдықтар мен үдеулер жоспары тұрғызылып, қажетті тиектердің нүктелері мен тиектердің жылдамдықтарын және үдеулерін анықтауға болады. Бұл әдіс көрнекті және жан-жақты болып саналады. Алты және одан да жоғарғы тиекті жазық механизмдерді графоаналитикалық негізде зерттеулер механизмдер мен машиналар теориясына арналған оқулықтарда толық қарастырылған.

Бірақ, графикалық немесе графоаналитикалық әдіс толық күрделі жасалатын механизм есептеріне қажетті дәлдікті алу үшін жеткіліксіз. Мұндай жағдайда механизмдер кинематикасын аналитикалық немесе кейінгі кезде дамып келе жатқан графоаналитикалық әдістің негізінде құралған заманауи есептеу әдістерін қолданудың мүмкіндіктері зор. Қарастырып отырған механизмдердің сұлбасына сәйкес Delphi тілінде бағдарлама түзіліп, қажетті кинематикалық параметрлердің әртүрлі вариациядағы шамаларын анықтай аламыз [2]. Бағдарламаның қысқаша кодтары және есептеу программасының терезесі 3- суретте берілген.

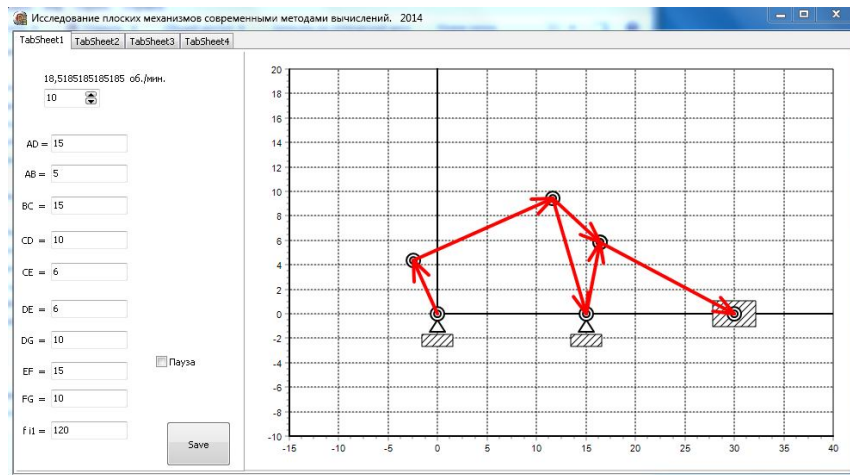
```
Есептеу программасының қысқаша коды
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
var x10,y10:integer; vx,vy:real;
begin
series1.Clear;
fi[1]:=strtofloat(LabeledEdit5.Text);
Sharnir(1);
```

```

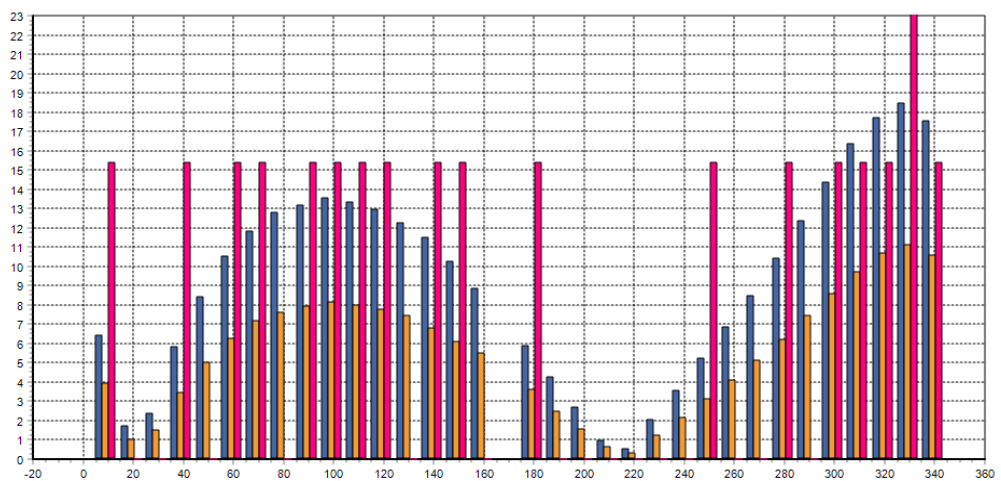
L[2,1]:=d[2]*cos(fi[1]*3.14/180);
L[2,2]:=d[2]*sin(fi[1]*3.14/180);
if L[2,2]=0 then l[2,2]:=l[2,2]-1;
if tt<>trunc(ttmax/2)+1 then
if tt>1 then
begin
stringgrid1.Cells[12,tt]:=floattostr(DLINA(
strtofloat(stringgrid1.Cells[10,tt-1]),strtofloat(stringgrid1.Cells[11,tt-1]),
strtofloat(stringgrid1.Cells[10,tt]),strtofloat(stringgrid1.Cells[11,tt])););
stringgrid1.Cells[13,tt]:=floattostr(int(100*strtofloat(stringgrid1.Cells[12,tt])
/vr)/100);
series13.AddXY(strtofloat(stringgrid1.Cells[1,tt]),strtofloat(stringgrid1.Cells
[13,tt]));
end;
end;
end;

```

Ал 4-суретте алты тиекті күрделі жазық механизмнің нүктелерінің жылдамдығының графигі көрсетілген.



Сурет 3. Есептеу бағдарламасының терезесі



Сурет 4. Алты тиекті механизмнің жылдамдықтарының графигі

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Артоболевский, И.И. Теория механизмов и машин [Текст] / И.И. Артоболевский. – М.: Наука, 1975.
2. Шевцов, А.Н. Математическое моделирование в прикладных задачах [Текст] / А.Н. Шевцов. – Тараз, 2012. – 230 с.

*Материал редакцияға 14.05.16 түсті.*

**А.Т. Жакаш, Э.А. Джакашова, Д.Ә. Мекемова**

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

**КИНЕМАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ШЕСТИЗВЕННОГО  
СЛОЖНОГО ПЛОСКОГО МЕХАНИЗМА С ПОМОЩЬЮ  
СОВРЕМЕННЫХ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ**

В работе рассмотрены пути определения кинематических параметров с применением современных численных методов расчета шестизвенных сложных плоских механизмов. Получена система уравнений, определяющие переменные параметры на основе векторных контуров. Построена программа на языке Delphi для расчета искомых параметров.

**Ключевые слова:** механизмы, шипы, скорость, ускорение, графо-аналитические и аналитические методы.

**A.T. Zhakash, E.A. Dzhakashova, D.A. Mekemova**

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

**KINEMATIC INVESTIGATION OF A SIX-LINK COMPLEX PLANAR  
MECHANISM USING THE SUSTAINABLE NUMERICAL METHODS**

Ways to determine kinematic parameters using modern numerical methods for calculating six-link complex planar mechanisms are considered. A system of equations that determine the variable parameters on the basis of vector contours is obtained. A program in Delphi to calculate the required parameters is created.

**Keywords:** mechanisms, spikes, speed, acceleration, graph-analytical and analytical methods.

ӘОЖ 621.97

**П.Қ. Сейтпанов<sup>1</sup>, Л.Х. Юсупова<sup>2</sup>, В.А. Сон<sup>3</sup>, И.А. Сон<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Техн. ғылымдарының канд., доцент, <sup>2</sup>Оқытушы, <sup>3</sup>Студент, <sup>4</sup>Магистрант  
<sup>1, 2, 3</sup>М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан  
<sup>4</sup>Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,  
Алматы қ., Қазақстан

**ОРГАНИКАЛЫҚ ҚАЛДЫҚТАРДЫ МАЙДАЛАУҒА  
АРНАЛҒАН ҚҰРЫЛҒЫ**

Мақалада мал шаруашылығының органикалық қалдықтарын майдалайтын құрылғы конструкциясын жобалау нәтижелері келтірілген. Құрылғының кинематикалық және конструктивтік параметрлерін анықтау мәселелері қарастырылған.

**Түйін сөздер:** кинематикалық құрылғы, органикалық қалдықтар, өндіріс қалдықтары, электрқозғағыш, қондырғының реакторы, жетекші шкив, құрғақ заттар.

Қазақстан Республикасының машина жасау өнеркәсібі егемендік алған жылдардан бастап, өкіметтің әртүрлі бағдарламаларының негізінде қарқынды даму үстінде. Осы бағдарламаларды орындау жолында халық шаруашылығының машина жасау саласының орны ерекше екендігінде күмән жоқ.

Органикалық қалдық түрлері өте көп. Оған мал шаруашылығының қалдықтары – қой, сиыр, жылқы, ешкі қилары, құс саңғырығы (помет), және мелассаның спирттен кейінгі бардасы, сыра өндірісінің ашымығы, қызылша қалдықтары, балық және мал сою өндірісінің қалдықтары (қан, май, ішектері және т.б.), шөп-шалам, тұрмыстық қалдықтар, сүт өндірісінің қалдықтары – тұздалған және тәтті іркіт (сыворожка), биодизель өндірісінің қалдықтары – рапстан биодизель өндірудегі техникалық глицерин, шырын өндірісінің қалдықтары – жеміс-жидектердің, көкөністердің, жүзімнің сығындылары (жом), крахмал мен сірне (патока) өндірісінің қалдықтары – мезга мен сироп, картоп өңдеудің қалдығы т.с.с.

Биогазды осы қалдықтардан бөлек, арнайы егілген энергетикалық дәнді-дақылдардан, мысалы, силостық жүгері мен ботбалдырдан (водоросли) да алуға болады. Бұл жағдайда 1 тонна энергетикалық дәнді-дақылдардан 300м<sup>3</sup> биогаз алуға болады [1].

Биогаз шығымы шикізат түрі мен ондағы құрғақ заттар мөлшеріне байланысты. Ірі мүйізді малдың 1 т қиынан құрамындағы метан газының мөлшері 60% болатын 50-65 м<sup>3</sup> биогаз алынады, 1 т әртүрлі өсімдіктерден құрамындағы метан газының мөлшері 70% болатын 150-500 м<sup>3</sup> биогаз алынады. Биогаз ең көп алынатын шикізат – майлар (1 т 1300 м<sup>3</sup>).

Биогаз өндірісінің дамуы атмосфераға кетіп жатқан метан мөлшерін азайтар еді. Метанның парниктік әсері көмірқышқылымен салыстырғанда 21 есе күшті болады, және ол атмосферада 12 жылға дейін сақталады. Бүкіләлемдік жылудың алдын-алудың бір әдісі – метанды атмосфераға жібермеу.

Биогазды бөліп алғаннан қалған органикалық масса (шлам) көптеген қоректік заттардан тұрады, яғни оны күшті тыңайтқыш ретінде қолдануға болады.

Сондықтан, адамзат алдында екі мәселе тұр: дәстүрлі энергетика ресурстарын үнемдеп қолдану және дәстүрлі емес жаңғыртылған энергия көздерін пайдалануға бағытталған ғылыми-техникалық жұмыстарды дамыту.

Техникалық прогресс адамзат өмірін жеңілдеті түсетіні мәлім. Қазір автомат мұздатқышпен, түрлі шаңсорғыштармен, автоматты кір жуу машиналарымен, әртүрлі жұмыстар атқаратын роботтармен немесе қысқа толқынды пешпен ешкімді таңғалдыра алмаймыз. Үйдегі кішігірім мал шаруашылығында да көптеген пайдалы заттарды қолданып келеміз, оның біреуі – мал азығын (шөп, жүгері, бидай және т.б.) майдалауға арналған құрылғылар.

«Фермер» фирмасының жарма майдалағыштары – кішігірім, қолдануға ыңғайлы әртүрлі дәндерді майдалауға арналған құрылғылар (1-сурет). Осы жарма майдалағыштар көмегімен бүтін дәнді жармаға айналдырып, мал қорегіне беруге юолады. Олар үйдегі мал күтімінде және орташа шаруа қожалықтарында қолдануға арналған. Осындай жарма майдалағыштар көмегімен түрлі дәнді дақылдарды ірілігін әртүрлі етіп толық майдалауға болады [2].



Сурет 1. «Фермер» майдалағышы

Дәнді майдалау үрдісі ұн және құрамажем өндірісіндегі ұнтақтау үрдісіне ұқсайды, бірақ оның кейбір ерекшеліктері бар.

В.А. Бутковский, А.И. Мерко және Е.М. Мельников сияқты ғалымдардың «Технология зерноперерабатывающих производств» атты кітабында майдалау үрдісіне келесідей сипаттамалар берілген: «... қарапайым ұнтақтауда түйіршіктерінің ірілігі бойынша біркелкі өнім алынады, ал, таңдап ұнтақтауда ірілігі бойынша біркелкі түйіршектер қоспасы бөлініп шығады» [2].

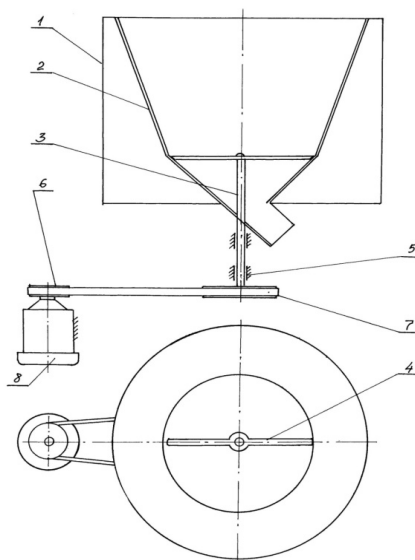
Қазіргі таңда қолданыстағы биогаз қондырғыларына шолу жасау нәтижесінде олардың құрамында органикалық қалдықты майдалайтын құрылғы қарастырылмағаны белгілі болды.

Осы бағытта «Механика және машина жасау кафедрасында» шаруа қожалықтарына арналған фермерлік биогаз қондырғысы жобалануда. Осы қондырғының реакторына барлық бөгде қоспалардан тазаланған және құрамындағы шөп-шалам майдаланған органикалық қалдық берілуі тиіс. Жобаланып жатқан фермерлік биогаз қондырғысының бір элементі – органикалық қалдықты майдалайтын құрылғы. Онда органикалық қалдықтағы шөп түйіршіктері майдаланып кетуі керек. Қазіргі қолданыстағы биогаз қондырғыларында органикалық қалдықты майдалайтын құрылғы қарастырылмаған. Бұл жағдайда қондырғы реакторына шөп-шаламнан тазаланбаған биомасса беріледі, соның нәтижесінде биомассаның анаэробты ашуы бәсеңдейді және метан газы толық бөлінбейді [3, 4].

Мал және құс шаруашылығында жинақталатын органикалық қалдықтарын пайдаға асыру мақсатымен жобаланып жатқан фермерлік биогаз қондырғысының жабдықтар жүйесіндегі органикалық қалдықты әртүрлі бөгде қоспалардан (тас, кесек, өлген құстар, шпагат жіптер және т.б.) тазалауға арналған құрылғының науасынан органикалық қалдықтар майдалау құрылғысына беріледі.

Биогаз қондырғысының реакторына берілетін органикалық қалдықтың ішінде шөп-шалам болмауы керек, немесе олар алдын-ала майдалануы тиіс. Сондықтан, органикалық қалдықты майдалаудың мақсаты әртүрлі бөгде қоспалардан тазаланған биомассаның құрамындағы шөп-шаламды майдалау болып табылады.

Ұсынылып отырған органикалық қалдықты майдалайтын құрылғының сұлбасы 2-суретте келтірілген. Органикалық қалдықты қабылдайтын конусты бункер 2 әртүрлі бұрыштамалар мен швеллерлерден пісіріліп әзірленген рамаға 1 бекітілген және оның ішінде, конусты бөлігі біткен жерінде диаметралды қарама-қарсы болатын екі кескіш пышақ айналып тұрады. Осы пышақтар радиалды бір қатарлы шарикті подшипниктерге 5 отырғызылған тік біліктің 3 жоғарғы шетіне винт көмегімен бекітілген. Тік білік айналымды электрқозғағыштан 8 сыналы ременьді беріліс арқылы (жетекші шкив 6, жетектегі шкив 7) алады. Электрқозғағыштың қуаты 0,25 кВт, білігінің айналу жиілігі  $750 \text{ мин}^{-1}$ , ременьді берілістің беріліс қатынасы 2,5 болса, кескіш пышақтардың айналу жиілігі  $300 \text{ мин}^{-1}$  болады деп жобалануда. Осы айналу жиілігі бункерге беріліп жататын органикалық қалдықты толық майдалауға жеткілікті болады. Бұл пышақ (3-сурет) У10А маркалы саймандық болаттан жасалған «жолақ  $4 \times 30 \text{ ГОСТ } 4405 - 75$ » маркалы прокат  $У10 \text{ АГОСТ } 1435 - 74$  бұйымынан жасалған және қарама-қарсы шеттері пышақ типтес өткірленген.



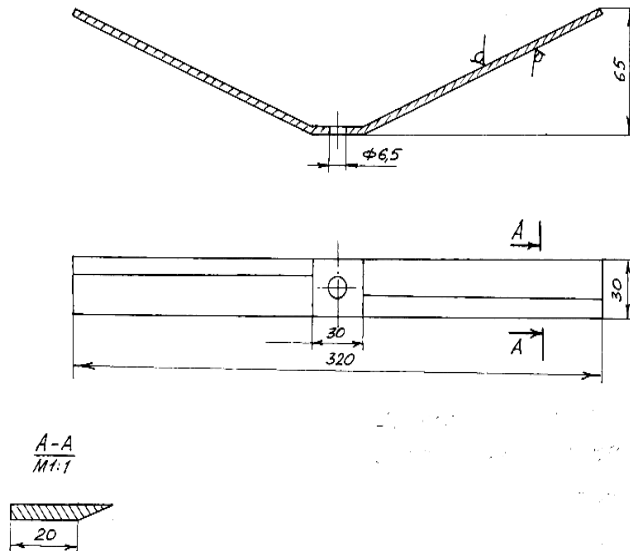
Сурет 2. Құрылғы сұлбасы

Құрылғы келесі тәртіппен жұмыс істейді:

- барлық ірі қоспалардан тазартылған органикалық қалдық құрылғының конусты бункеріне 2 ұзындығы шамамен 450 мм болатын қабатпен үздіксіз беріліп тұрады;

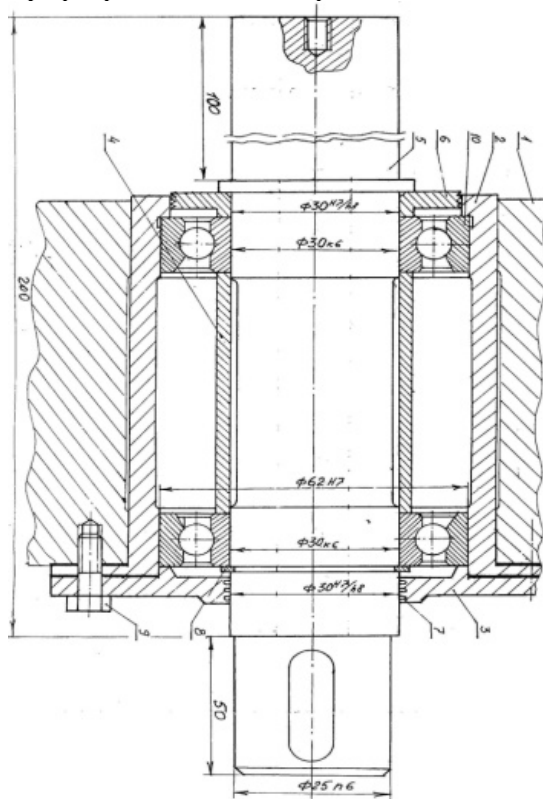


- 300 мин<sup>-1</sup> жиілікпен айналып тұрған екі пышақ осы органикалық қалдықты үздіксіз кескілеп, майдалайды;
- майдаланған органикалық қалдық бункердің астыңғы жағындағы арнайы патрубок арқылы шығып, қондырғы реакторына беріледі.



Сурет 3. Кескіш сұлбасы

Осылайша, биогаз қондырғысының реакторына бөгде қоспалардан тазаланған, шөп түйірлері майдаланған органикалық қалдық келіп түседі.



Сурет 4. Подшипниктер торабы

Жобаланған органикалық қалдықты майдалайтын құрылғының негізгі элементі бункер ішінде айналып тұратын кескіш пышақтар. Осы пышақтарға органикалық қалдық тарапынан әсер ететін кедергі күшті, яғни бұраушы моментті нақты анықтау мүмкін болмай тұр. Сондықтан, құрылғы жетегіне қуаты  $N=0,25$  кВт болатын 4A71B8 маркалы электрқозғағыш қарастырылған. Оның білігінің айналу жиілігі  $n=750$  мин<sup>-1</sup> [5]. Құрылғының жетекші механизмінде бір ғана механикалық беріліс – сыналы ременьді беріліс қарастырылған. Енді, осы ременьді берілісті есептейміз.

Электрқозғағыштың білігіндегі, яғни ременьді берілістің жетекші білігіндегі қуат  $N_1 = 0,25$  кВт, оның айналу жиілігі  $n_1=750$  мин<sup>-1</sup>, бұрыштық жылдамдығы  $\omega_1 = 78,5$  с<sup>-1</sup>.

МЕМСТ 1284-68 бойынша қимасы «О» маркалы, көлденең қимасының ауданы  $F=47$  мм<sup>2</sup> сыналы ременьді қабылдаймыз. Осы кестеге сәйкес жетекші шкивтің диаметрі  $D_1 = 63$  мм [5].

Ременьнің сырғуын ескермегенде ременьді берілістің беріліс қатынасы  $u_1=2,5$ .

Жетектегі шкив диаметрі

$$D_2 = u_1 \cdot D_1 (1 - \varepsilon) = 2,5 \cdot 63(1 - 0,015) = 155 \text{ мм}$$

Стандарт қатардан ең жуық шкив диаметрін қабылдаймыз  $D_2 = 160$  мм. Олай болса, нақты беріліс қатынасы

$$u_1 = \frac{D_2}{D_1 (1 - \varepsilon)} = \frac{160}{63(1 - 0,015)} = 2,58$$

Олай болса, пышақтар орналасқан тік біліктің нақты айналу жиілігі

$$n_2 = \frac{n_1}{u_1} = \frac{750}{2,58} = 290,7 \text{ айн / мин}$$

Сонымен, ременьді берілістің шкивтерінің диаметрлері нақты таңдалды:  $D_1 = 63$  мм.  $D_2 = 160$  мм.

Ременьді берілістің ось аралық қашықтығын анықтаймыз.

$$a_{\min} = 0,55(D_1 + D_2) + h = 0,55(63 + 160) + 6 = 128,65 \text{ мм}$$

$$a_{\max} = 2(D_1 + D_2) = 2(63 + 160) = 446 \text{ мм}$$

Ось аралық қашықтықтың орташа мәні  $a_{op} = 300$  мм .

Ременьнің ұзындығын анықтаймыз.

$$L_p = 2a + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4a} = 2 \cdot 300 + 1,57 \cdot 223 + \frac{(160 - 63)^2}{4 \cdot 300} = 958 \text{ мм}$$

Стандарт бойынша ең жақын шама ретінде ұзындығы  $L_p = 900$  мм сыналы ременьді қабылдаймыз [5].

Бұл жағдайда ременьді берілістің нақты ось аралық қашықтығы

$$D_{op} = 0,5(D_1 + D_2) = 0,5(63 + 160) = 111,5 \text{ мм}$$

$$a = 0,25 \left[ L_p - \pi \cdot D_{op} + \sqrt{(L_p - \pi D_{op})^2 - 2(D_2 - D_1)^2} \right] =$$

$$0,25 \left[ 900 - 3,14 \cdot 111,5 + \sqrt{(900 - 3,14 \cdot 111,5)^2 - 2(160 - 63)^2} \right] = 270,6 \text{ мм}$$

Сонымен, ременьді берілісті есептеу барысында ГОСТ 1284-68 бойынша қимасы «О» маркалы, көлденең қимасының ауданы  $F=47 \text{ мм}^2$  болатын сыналы ремень қабылданды және оның келесі параметрлері анықталды:

$$D_1 = 63 \text{ мм}, \quad D_2 = 160 \text{ мм},$$

$$u_1 = 2,58, \quad a = 270,6 \text{ мм}, \quad L_p = 900 \text{ мм},$$

$$z = 1, \quad Q = 146 \text{ Н}.$$

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Горобец, С. Альтернативная энергия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biogas.in.ua/>.
2. Бутковский, В.А. Технологии зерноперерабатывающих производств [Текст] / В.А. Бутковский, А.И. Мерко, Е.М. Мельников. – М.: Машиностроение, 1979.
3. Койайдаров, Б.А. Фермерская биогазовая установка [Текст] / Инновационный патент KZ №27286.
4. Нестеров, Е.Б. Биогазовые установки для крестьянских и фермерских хозяйств [Текст] / Е.Б. Нестеров, В.А. Матвеев, А.Б. Токмолдаев // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. - 2006. - №2. - С.53-55.
5. Чернавский, С.А. Курсовое проектирование деталей машин [Текст] / С.А. Чернавский [и др.]. – М.: Машиностроение, 1979.

Материал редакцияға 02.02.17 түсті.

**П.К. Сейтпанов<sup>1</sup>, Л.Х. Юсупова<sup>1</sup>, В.А. Сон<sup>1</sup>, И.А. Сон<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

<sup>2</sup>Казахская национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан

#### УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

Представлены результаты исследований по проектированию кинематической структуры конструкции для измельчения органических отходов. Рассмотрены конструктивные вопросы определения параметров данной конструкции.

**Ключевые слова:** кинематическая структура, органические отходы, отходы производства, электродвигатель, реактор установки, ведущий шкив, сухие вещества.

**P.K. Seitpanov<sup>1</sup>, L.H. Yusupova<sup>1</sup>, V.A. Son<sup>1</sup>, I.A. Son<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

<sup>2</sup>Kazakh National Research Technical University named after K. Satpayev, Almaty, Kazakhstan

## A DEVICE FOR GRINDING ORGANIC WASTE

The results of research of the kinematic structure of construction for grinding organic waste are presented. The constructive problems of determining the parameters of this construction are considered.

**Keywords:** kinematic structure, organic waste, production waste, motor, reactor plant, drive pulley, dry substance.

ӘОЖ 514.85

И.О. Мөлдеков<sup>1</sup>, Г.И. Муратова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Техн. ғылымдарының д-ры, профессор, <sup>2</sup>Педагогика ғылымдарының канд., доцент

<sup>1</sup>Тараз мемлекеттік педагогикалық институты, Тараз қ., Қазақстан

<sup>2</sup>М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

ЖАЗЫҚТЫҚТЫ ҚИСЫҚ СЫЗЫҚТЫҢ ЖАНАМАСЫ  
МЕН НОРМАЛІН ТҰРҒЫЗУ

Өндіріс технологиясының автоматтандырылған жүйесінде, машина бөлшектерінің беттерін өңдеуде, кескіш (фреза) құралдың қозғалу бағыты программаға енгізіледі. Беттің формасы дұрыс шығуы (ауытқу шектен шықпауы) үшін фреза бетінің ( $n_1$ ) нормалі мен өңделетін беттің ( $n_2$ ) нормалі бір  $n(n_1 \equiv n_2)$  түзудің бойында жатуы тиіс. Мақалада қисық сызықтарға жанама, нормаль түзулерін жүргізудің дәлдігін арттыру мәселелері баяндалған. Қисық сызықтардың жанама, нормаль түзулерін тұрғызу әдісі унитарлы функцияның экстремум нүктелерін анықтау әдісіне негізделіп қарастырылған. Жанама, нормаль түзулерінің тұрғызылу дәлдігін сараптау үшін, оларды тұрғызудың ескі және жаңа әдістері қатар келтірілген.

**Түйін сөздер:** қисық сызық, жанама, нормаль сызығы, иін шеңбері, хорда.

Белгілі әдісте, сызықтың жанамасын берілген нүктеден тұрғызу үшін, сол нүктеден сызықты қиып өтетін қиюшы түзулер жүргізіледі (1а суреті). Жүргізілген түзулер сызықты 1, 1', 2, 2', 3, 3',... нүктелерінде қиып өтеді.

Енді (1-1'), (2-2'), (3-3'),... хордаларының ортасынан өтетін «ақау» сызығы тұрғызылады. «Ақау» сызығының берілген сызықты қиып өтетін сызықты қиып өтетін нүктесі ізделінген жанасу нүктесі болады. Демек, МС түзуі берілген сызықты М нүктесінде жанап өтеді. МС түзуіне М нүктесінен жүргізілген перпендикуляр, сызықтың  $n$  нормалі болады. Жанама мен нормаль тұрғызудың басқа есептері де осы әдіспен шығарылады [1].

Төменде «ақау» сызығынсыз жанама тұрғызудың басқа әдісі қарастырылады.

Математикалық анализде функцияның шегіне жеткен ең үлкен (кіші) мәнін максимум (минимум) деп атайды. Ролл, Лагранж теоремалары бойынша, берілген  $[K,L]$  интервалдағы (экстремум аумағындағы) біркелкі өзгертін функция доғасының қиюшы  $[KL]$  хордасына параллель етіп жүргізілген жанама ( $t$ ) түзудің жанасу ( $M$ ) нүктесі – экстремум нүктесі болып

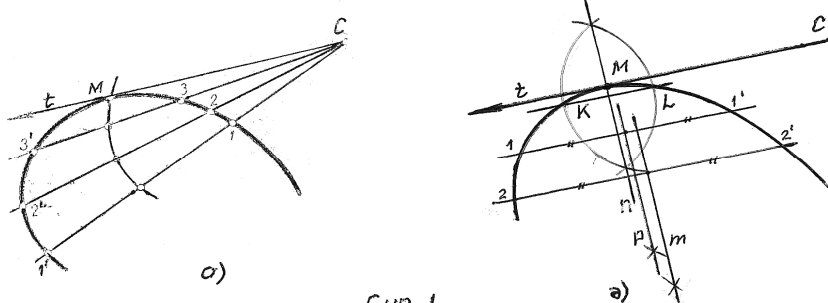
саналады. Бұл жерде, қиюшы хорданың берілуіне байланысты, жанама ( $t$ ) түзуі  $Ox$  осіне параллель немесе көлбеу жағдайда орналасуы мүмкін, ( $t \parallel KL$ )  $Ox \perp V$  ( $t \perp KL$ )  $\perp Ox$ . Демек, қисық сызық пен түзудің жанасу нүктесін осы талапқа сай анықтауға болады.

Регулярлы қисық сызықтың кез-келген нүктесінен иін шеңбері өтеді. Демек, ол оған (ізденілген нүктеге) ең жақын аралықта орналасқан ағымда екі нүкте арқылы да өтеді. Иін доғасының шеткі нүктелерін нақты анықтау мүмкін болмаса да (оның қажеті де жоқ), оның (экстремум аумағының) ағымды екі ( $K, L$ ) нүктесін тұрғызуға болады.

Шеңбердің, өзара перпендикуляр орналасқан диаметрлері түйіндес диаметрлер деп аталады. Түйіндестік салдарынан, шеңбер ( $KL$ ) хордасы, оның түйіндес ( $MN \perp EF$ ) диаметрлерінің біріншісіне перпендикуляр ( $KL \perp MN$ ) болса, екіншісіне параллель ( $KL \parallel EF$ ) болады.

Нормаль сызығы иін шеңберінің түйіндес диаметрінің бірі етіп алынса, онда ағымды нүктелерден өтетін хорда оған (нормальға) перпендикуляр болады,  $KL \perp n$ . Демек, ағымды ( $K, L$ ) нүктелерді тұрғызу, есептің шығарылуын жеңілдетеді, тұрғызылу дәлдігін (иін шеңберінде жататындықтан) арттырады.

Қисық сызыққа жанама түзуді берілген ( $c$ ) нүктеден жүргізу (1а-сурет). Ол үшін, берілген ( $c$ ) нүктеден екі түзу жүргізіледі. Олардың біріншісі ( $t$  жанама түзуі) экстремум аумағын анықтаса, екіншісі сол аумақтағы ағымды нүктелерді ( $KL$  хордасын) анықтайды. Осы ( $KL$ ) хорданың ортасынан өтетін перпендикуляр ( $n$  нормаль түзуі) арқылы бірінші ( $t$  жанама) түзу мен берілген сызықтың жанасу ( $M$ ) нүктесі анықталады,  $MK=ML$ ,  $n \perp KL \perp t$ ,  $M=n \cap t$ . Осы типтес есептерде жанама ( $t$ ) түзудің жүргізілу дәлдігі маңызды емес, оның жанасу ( $M$ ) нүктесінің тұрғызылу дәлдігі маңызды болады.



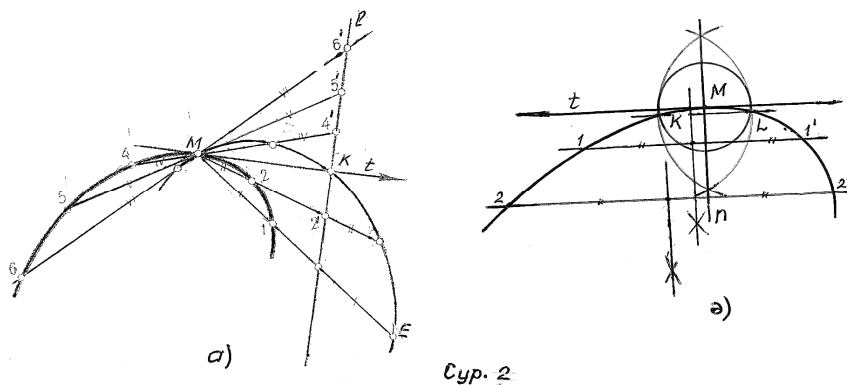
Сур. 1

Сурет 1.

Шынымен де неғұрлым қиюшы хордалар жанама  $t$  түзуге жақындаған сайын, олардың ортасынан өтетін перпендикуляр ( $m, p, \dots$ ) түзулері экстремум ( $M$ ) нүктесіне жақындай түседі. Демек, иін шеңберінің  $M, K, L$  нүктелерінен өтуі бұл есептің дұрыс шешімінің дәлелі болып саналады.

Қисық сызықтың өзінде жатқан нүктеден жанама түзуін тұрғызу (2ә-сурет). Ол үшін, берілген ( $M$ ) нүктені центр етіп алып, жақын аралық өтетін, радиусы  $R = 0,5KL$  ( $MK=ML$ ) тең шеңбер жүргізіледі.

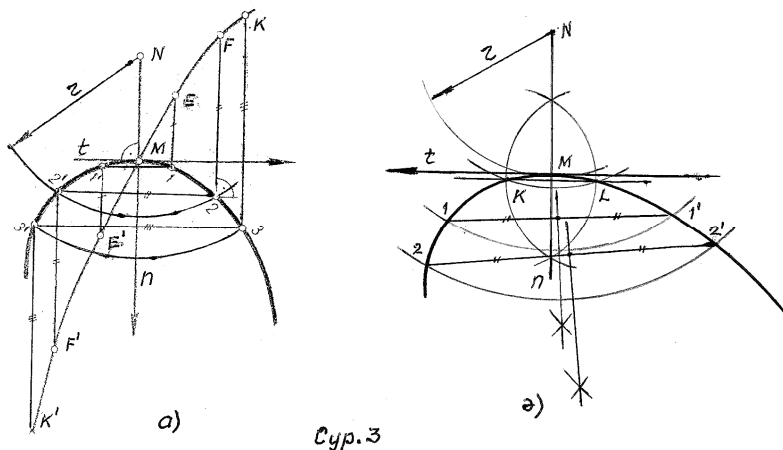
Бұдан кейін алдында келтірілген тұрғызулар қайталанады.



Сурет 2.

Осы есепті белгілі әдіспен шығару үшін (2а-суретте көрсетілген), тұрғызылатын жанама (t) сызыққа перпендикуляр болатындай етіп (l) түзу (жуық шамамен) жүргізіледі. Берілген (M) нүктеден өтетін, қиюшы (M1, M2,...) түзулер арқылы «ақау» сызығы тұрғызылады,  $M1=1'E, \dots$ . Ізделінген жанама (t) «ақау» сызығымен l түзуінің қиылысу (K) нүктесінде өтеді.

Сыртқы (N) нүктеден берілген сызыққа нормаль n түзуін тұрғызу (3ә-суреті). Ол үшін, N нүктесін центр етіп алып, екі шеңбер жүргізіледі. Олардың біріншісі (жанама шеңбері) экстремум аумағын анықтаса, екінші экстремум (M) нүктесіне ең жақын аралықта орналасқан ағымды екі K,L нүктені, яғни қиюшы KL хорданы анықтайды. Осы (KL) хорданың ортасынан өтетін перпендикуляр ізделінген нормаль n түзуі болады. Себебі, n түзуі тең бүйірлі NKL үшбұрышының биіктігі, ол берілген сызықты M нүктесінде, яғни бірінші шеңбер мен сызықтың жанасу (M) нүктесінде қиып өтеді,  $N \in n \perp t$ .



Сурет 3.

Сурет 3.

Бұл есепті белгілі әдіспен шығарғанда (3а-сурет), сыртта берілген (N) нүктені центр етіп алып жүргізілген шеңберлер мен қисық сызықтың қиылысу нүктелерінен өтетін (1-1',2-2',...) хордалар тұрғызылады. Осы хордалар арқылы «ақау» сызығы анықталады,  $(1-1')=1E=1'E', \dots$ .

Тұрғызылған сызық пен қисық сызықтың қиылысу ( $M$ ) нүктесінен ізделінген ( $n$ ) нормаль түзуі өтеді,  $MN \in n \perp t$ .

Есептің шығаруына қажетті тұрғызулар неғұрлым көп болса, солғұрлым алынған нәтижесінің дәлдігі кеми түседі.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Курант, Р. Что такое математика? [Текст] / Р. Курант, Г. Роббинс. – М.: Издательство «Просвещение», 1967. – 558 с.
2. Мульдеков, И.О. Решение конструктивных задач описания кривых и поверхностей на основе методов оптимизации [Текст]: / И.О. Мульдеков Докторская диссертация. М., 1997, 295с.

Материал редакцияға 27.04.17 түсті.

**И.О. Мульдеков<sup>1</sup>, Г.И. Муратова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Таразский государственный педагогический институт, г. Тараз, Казахстан

<sup>2</sup>Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

#### ПОСТРОЕНИЕ КАСАТЕЛЬНОЙ И НОРМАЛИ ПЛОСКОЙ КРИВОЙ

В автоматизированных системах производства, при обработке поверхностей деталей машин, в программу вводится направление движения режущего инструмента (фрезы). Для придания правильной формы поверхности детали (и предотвращения отклонения от нормы) нормаль поверхности фрезы ( $n_1$ ) и нормаль обрабатываемой поверхности ( $n_2$ ) должны лежать на одной прямой ( $n_1 \equiv n_2$ ). Поэтому, увеличение точности построения касательной, прямых нормали остается актуальной. Рассматриваемые в данной работе методы построения касательной и нормали кривых линий основаны на методе определения точек экстремума унитарной функции. Для анализа точности построения касательной и нормали приведены традиционные и новые методы.

**Ключевые слова:** кривая линия, касательная, прямая нормали, дуга, хорда.

**I.O. Muldekov<sup>1</sup>, G.I. Muratova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Taraz State pedagogical Institute, Taraz, Kazakhstan

<sup>2</sup>Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

#### CONSTRUCTION OF THE TANGENT AND NORMALS OF A PLANE CURVE

In automated production systems, processing of machine parts, the program introduces the direction of the cutting tool (milling cutter). To give the correct shape of the surface ( $n_1$ ) and the normal surface to be treated ( $n_2$ ), lie on one straight line  $n$  ( $n_1 \equiv n_2$ ). Therefore, increasing the accuracy of its tangent, the direct normals remains relevant. The methods of constructing the tangent line curves considered in this paper are straightforward and normalized using the method of determining the extremum of a unitary function. To analyze the accuracy of tangent construction, direct normalized access to traditional and new methods.

**Keywords:** curved line, tangent, straight normal, arc, chord.

УДК 514.85

И.О. Мульдеков<sup>1</sup>, Г.И. Муратова<sup>2</sup><sup>1</sup>Д-р техн. наук, профессор, <sup>2</sup>Канд. техн. наук, доцент<sup>1</sup>Таразский государственный педагогический институт, г. Тараз, Казахстан<sup>2</sup>Таразский государственный университет им. М.Х.Дулати, г. Тараз, Казахстан

### ПОСТРОЕНИЕ КУБИЧЕСКОЙ КРИВОЙ НА ОСНОВЕ ЛИНЕЙНОЙ КОНГРУЭНЦИИ

В работе рассмотрен способ проектирования пространственных гладких одномерных обводов из дуг рациональных алгебраических кривых, отличающихся от существующих возможностью непосредственного конструирования и расчета его составляющих, минуя этап предварительного построения их проекции. Предложен алгоритм построения, который позволяет за счет максимального использования их параметров учесть значительно большее число предварительно заданных условий, получить решения, близкие к оптимальным, и в конечном счете – улучшить качество проектируемых изделий.

**Ключевые слова:** кубическая кривая, обводы, конгруэнция, скрещивающиеся кривые, алгебраическая, трансцендентные поверхности вращения.

Важнейшей составной частью проектирования технических поверхностей является конструирование составной линии, образованной из дуг различных кривых, удовлетворяющих в узловых точках определенным требованиям. Такие составные линии называются обводами.

Обводы широко применяются во многих областях техники и технологии машиностроения. Развитие информационных технологий и ЭВМ позволило многие операции проектирования, начиная от изготовления чертежей, и кончая оптимизацией проекта, в целом выполнять на компьютере. В современных условиях все большее значение в машиностроении приобретают системы автоматизированного проектирования. Программные и аппаратные средства системы САПР позволяют автоматизировать рутинную часть работы конструктора и проектировщика.

Для нормального функционирования этой системы необходимо создание соответствующих пакетов прикладных программ. Их разработка может осуществляться независимо от конкретных приложений, и они представляют интерес для всех разработчиков и пользователей САПР.

Задача имеет вариационное решение. В двух точках  $M, N$  трехмерного евклидова пространства  $E^3$  заданы краевые условия: скрещивающиеся прямые, т.е. производные (направления касательных  $t \in M, n \in N$ ) некоторой функции.

Требуется сконструировать обвод из дуг рациональных кривых как линию пересечения двух фокальных поверхностей, удовлетворяющих краевым условиям задачи.

Такая постановка задачи конструирования обвода является совершенно новым подходом, так как в существующих разработках рассматриваются другие конструктивные (линейное, нелинейное, квадратичное, рациональное, бирациональное, проективное преобразования) способы решения. Новый



подход позволяет сформулировать критерии оптимальности проектируемой кривой.

Следует отметить, что в существующих традиционных методах (интерполяции, В-сплайны конечных разностей, конечных элементов, теория полюсов и др.) поиск оптимальных решений становится рутинным делом, так как по методологии этих разработок трудно оценить оптимальность полученных результатов. Чтобы подтвердить вышеизложенное приведем высказывания из работы [1]: «... Основная сложность подгонки и проектирования кривых заключается в том, что пока нет ясного определения «правильности» кривой. Любой проектировщик или специалист по плазовым поверхностям может сразу определить, является ли данная кривая правильной или нет, хотя с трудом смог бы объяснить, почему он дал ту или иную оценку. Когда нескольких таких специалистов просят провести через заданное множество точек «наилучшую» кривую, то получаемые ими результаты, как правило, несколько отличаются. Опыт работы с вычислительными системами для проектирования кривых и поверхностей показывает, что «правильность» кривой означает не просто непрерывность градиента и кривизны, но нечто большее».

Для получения требуемого обвода должны быть удовлетворены необходимое и достаточное условие.

*Необходимое условие.* Заданные скрещивающиеся прямые соответственно должны лежать на линии пересечения касательных плоскостей, проведенных через точки сопряжения к конструируемым фокальным поверхностям вращения.

*Достаточное условие.* Кривая обвода в интервале точек сопряжения должна быть непрерывной и не должна иметь особых точек, кроме точек перегиба.

*Теорема существования.* Если на скрещивающихся прямых заданы произвольные точки сопряжения, то существует бесчисленное множество линейчатых и криволинейных (алгебраических и трансцендентных) поверхностей вращения, касательных (т.е. фокальных) к заданным прямым и проходящих через точки инцидентий.

Совершенно ясно, что оптимальное решение этой задачи находится из множества допустимых решений, поэтому методику ее решения можно рассматривать с точки зрения единой методологии исследования экстремальных задач. Следовательно, рассматриваемые пространства являются метрическими, конечно-компактными и выпуклыми.

Множества  $X \in R^n$  называются выпуклыми, если  $[x_1, x_2] = \{x \in R^n | x = \lambda x_1 + (1 - \lambda)x_2, 0 \leq \lambda \leq 1\}$  при всех  $x_1, x_2 \in R$ . Эти множества являются аффинными и представляют собой сдвиги линейных подпространств или множество решений систем конечного числа линейных уравнений, либо пересечение конечного числа гиперплоскостей. Пересечение всех выпуклых множеств на  $R^n$  содержащих  $X$ , называется его выпуклой (конической, аффинной) оболочкой и обозначается через  $\text{conv}X$  ( $\text{cone}X$ ,  $\text{aff}X$ ). Любую точку из  $\text{conv}X$  можно представить в виде выпуклой комбинации не более  $n+1$  точек из  $X$  мы исходили из того факта, что оптимальное решение основной задачи в определенной степени связано с понятием расстояния между выпуклыми множествами. Для доказательства этого утверждения рассмотрим взаимное положение, в смысле расстояния: а)

точки  $A$  и поверхности, т.е. конечно-компактного множества  $F(x)$ ; б) прямой  $MN$  и поверхности  $F(x)$  и в) плоскости  $\sigma$  и поверхности  $F(x)$ .

Если заданы точка  $A$  и некоторая выпуклая поверхность  $F(x)$ , то тогда каждую точку поверхности  $F(x)$  можно соединить с точкой  $A$ . В результате получим множество сфер  $\Phi(A, x_i)$ . Используя теорему отделимости выпуклых множеств  $\{\langle p, x_1 \rangle \geq \beta \geq \langle p, x_2 \rangle \text{ при всех } x_1 \in F(x) \text{ и } x_2 \in (A, r_i)\}$  можно построить нормали к поверхности  $F(x)$ , проходящие через точку  $A$ , т.е. можно найти на ней две стационарные точки  $C_i$  и  $C_j$ , которые являются точками касания касательных плоскостей двух соприкасающихся поверхностей,  $F(x)$  и  $\Phi(A, r_i)$ ,  $F(x)$  и  $\Phi(A, r_j)$ .

В оставшихся случаях мы придем к аналогичным результатам, т.е. существуют на поверхности  $F(x)$  только две точки стационарности  $Q$  и  $Q$  по отношению к прямой  $MN$  и плоскости  $\sigma$ .

При этом: во втором случае точки  $C_i$  и  $C_j$  принадлежат к геодезической линии поверхности  $F(x)$ , в третьем случае в окрестности одной из этих точек стационарности ( $C_i$  или  $C_j$ ) достигается экстремум минимального связывающего дерева для данного счетного подмножества точек  $x \in X$  поверхности  $F(x)$ , если плоскость  $\sigma$  разделяет заданное подмножество точек от остальных точек поверхности  $F(x)$ .

Применительно к решению основной задачи требуется дополнить заданные граничные условия двумя фокальными фигурами, а именно: прямой  $PQ$  и поверхностью  $F(x)$ . Действительно, если заданы прямые  $m$ ,  $n$  и  $MN$  ( $M \in m$  и  $N \in n$ ), то тогда можно определить прямую  $AB$ , т.е. кратчайшее расстояние прямых типа  $m$  и  $n$ . Тогда прямые  $m$ ,  $n$ ,  $MN$  и  $AB$  определяют единственную поверхность гиперболическую параболоида  $F(m, n, \Pi')$  с плоскостью параллелизма  $\Pi''$  ( $AB, MN$ ) и  $\overline{\Pi'} // (m, n)$ . Поверхность  $F(m, n, \Pi')$  пересекает любую другую фокальную поверхность 2-го порядка по кривой 4-го порядка, которая содержит две точки стационарности  $\underline{C}, \overline{C}$  по отношению к хорде  $MN$ . Плоскость параллелизма  $\Pi''$  ( $AB, MN$ ), проходящая через точку  $\underline{C}$ , пересекает заданные прямые  $m$  и  $n$  соответственно в точках  $P$  и  $Q$ . Для нахождения промежуточных точек сопрягаемой кривой используется конгруэнция прямых с фокальными фигурами  $PQ$ ,  $F(x)$  и погружаемой прямой  $MN$ , т.е. получим дуальную конгруэнцию или, наоборот, с фокальными фигурами  $PQ$ ,  $MN$  и погружаемой поверхностью  $F(x)$  - гиперболическую конгруэнцию. В обоих случаях прямолинейный ряд точек  $E_i$  прямой  $PQ$  определяет перспективный пучок плоскостей с осью  $MN$ , т.е.  $\overline{PQ}(E_1, E_2, \dots) \wedge \overline{MN}(\sigma_1, \sigma_2, \dots)$ , последние пересекают поверхность  $F(x)$  по пучку кривых 2-го порядка. Тогда точки касания  $C_i, C_j$  прямых  $E_i F_i, E_i F_i'$ , проведенных соответственно из точек  $E_i$  к этим сечениям, являются стационарными точками искомой кривой, поэтому прямые  $E_i F_i, E_i F_i'$  являются ее унисекантами.

Критерий оптимальности кривой обвода. Кривая сопряжения будет оптимальной только в том случае, если по способу построения она состоит из совокупности стационарных точек и принадлежит к некоторой экстремальной фокальной поверхности (сферы, катеноиды, циклоидного тора или параболоида), единственность которой является ее физическим свойством. Если соблюдается только принцип построения стационарных точек, а фокальная поверхность не является экстремальной (или наоборот), то

тогда кривая может обладать определенным рациональным свойством, но не быть экстремальной, т.е. идеальной.

Все вышесказанное можно доказать на примере построения конического сегмента рациональной кубической кривой. Следует отметить, что при конструировании обводов по способу Безье только в плоском случае можно получить гладкость 2-го порядка, т.к. на плоскости имеется только двенадцать степеней свободы – по три скаляра для каждого из четырех векторов, определяющих характеристическую ломанную. Для гладкости 2-го порядка в трех измерениях необходимо построить сегмент кубической кривой, при этом для определения векторов положения и кривизны требуется по три скаляра, а для направления касательных – два. Поэтому необходимо удовлетворить шестнадцать условий. Иными словами для построения характеристического тетраэдра потребуется шестнадцать параметров.

Для решения этой задачи необходимо построить характеристический тетраэдр и вписать в него фокальную, т.е. коническую поверхность. Тогда геометрическое место точек касания унисекант этой поверхности, определяет искомую кривую. Действительно, для построения характеристического тетраэдра  $MPQN$  с фокальным конусом потребуется 16 параметров, а для нахождения текущих точек кривой один параметр, т.е. угол поворота касательной плоскости.

В рассматриваемой задаче значение искомой функции заданы в двух точках, ограничивающих интервал, на котором требуется найти решение, т.е. построить сегмент кубической кривой  $k^3$  между заданными точками ( $M \in m$ ,  $N \in n$ ) скрещивающихся прямых. Подобная задача имеет решение только в том случае, если граничные условия позволяют образовать две коллинеарные связки прямых или построить ребро возврата  $k^3$  поверхности торса третьего порядка, как геометрическое место точек касания лучей линейной гиперболической конгруэнции  $Kg(1, 3)$  с направляющей поверхностью конуса (или цилиндра) вращения.

Не вдаваясь в подробности, покажем, что через граничные условия ( $M \in m$ ,  $N \in n$ ) задачи можно провести множество фокальных и инцидентных поверхностей. Действительно, пусть некоторая произвольная прямая  $\zeta$ , пересекает заданные прямые  $m$  и  $n$  в точках, отличных от точек  $M$  и  $N$ . Тогда плоскости ( $m, \zeta$  и  $(n, \zeta$  двугранного угла будут являться касательными плоскостями некоторой линейчатой поверхности вращения. Для нахождения пары образующих линий искомой поверхности, необходимо из точек  $M$  и  $N$  провести перпендикулярные плоскости к прямой  $\zeta$ , и построить двугранные углы с вершинами в точках  $C$  и  $D$ , т.е.  $C \in \zeta$ ,  $D \in \zeta$ ,  $\angle MCE = \angle NDF$ ,  $(MCE) \perp \zeta$ ,  $MC = CE$  ( $NDF$ )  $\perp \zeta$ ,  $ND = DF$ . В результате этого получим трехгранник  $MCENDF$ , при этом  $(MCE) \parallel (NDF)$ ,  $MCE \sim NDF$ ,  $MCDF \cong NDCE$ . Поэтому ребра  $MF$ ,  $NE$  и  $\zeta$ , т.е. боковые грани  $(MCDF)$ ,  $(NDCE)$ ,  $(MENF)$  имеют единственную общую точку  $S$ , которая может быть собственной (вершиной конуса) при  $MC \neq NF$  или не собственной (точкой цилиндра) при  $MC = NF$ . Поэтому прямые  $MF$  и  $NE$  являются образующими линиями направляющей поверхности. Это и есть доказательство того, что существует  $\infty^2$  множество (из них  $\infty^1$  – невырожденных) фокальных поверхностей вращения, т.к. совокупность всех прямых  $\zeta$ , пересекающих две данные скрещивающиеся

прямые  $m$  и  $n$  представляют собой конгруэнцию прямых, двухпараметрическое множество прямых трехмерного пространства.

Очевидно, множество инцидентных поверхностей торсов соответствует по мощности  $\infty^1$  множеству (невырожденных) фокальных поверхностей конусов, но для построения кубической поверхности в трехмерном пространстве потребуется девятнадцать параметров, т.к. уравнение третьей степени с тремя переменными содержит, кроме свободного члена, девятнадцать независимых коэффициентов. Поэтому, в общем случае к десяти заданным параметрам (прямым  $m, n$  и  $MN$ ,  $M \in m$ ,  $N \in n$ ) необходимо добавить еще девять параметров. Недостающие параметры можно дополнить следующим образом:

а) через точки  $M$  и  $N$  проводятся нормальные плоскости  $\alpha$  и  $\beta$  к прямым  $m$  и  $n$ , линия пересечения которых определяет ось вращения  $IJ$  фокального конуса  $\Phi$  – на что потребуется два параметра ( $M \in \alpha \perp m$ ,  $N \in \beta \perp n$  и  $\alpha \cap \beta = IJ$ );

б) через прямую  $IJ$  проводится горизонтальная плоскость уровня и определяются точки пересечения ( $G, L, H$  и  $T$ ) этой плоскости с параллелями  $i_m$  и  $j_n$  через полученные точки проходят меридианы конуса – на это потребуется один параметр;

в) определяется положение прямой  $PQ$ , которая касается фокальной поверхности  $\Phi$ , т.к.  $PQ \in (p, S)$  – на это потребуется еще три параметра.

Итого, получили шестнадцать параметров, и на этом завершается построение «характеристического тетраэдра»  $MNPQ$ .

Легко видеть, что  $\infty^1$  множеству образующих линий конуса  $\Phi$  однозначно соответствует  $\infty^1$  множество огибающего семейства касательных плоскостей  $\tau$ , одна из них ( $p, S$ ) проходит, с правой стороны  $[M, N]$  параллельно фронтальному следу  $f$  плоскости  $SNM$  и пересекает прямые  $m$  и  $n$  в точках  $P$  и  $Q$ . Здесь прямые  $MN$  и  $PQ$  являются директрисами, а конус  $\Phi$  – погружаемой поверхностью.

Оставшимися тремя параметрами определяется текущая точка касания луча  $Kg(1,3)$  с поверхностью конуса  $\Phi$ . Для этого достаточно через произвольную образующую  $l_i$  конуса провести касательную плоскость  $\tau_i$ , определить точки ее пересечения  $E_i$  и  $F_i$  с директрисами  $MN$  и  $PQ$  и найти точку пересечения  $C_i$  прямых  $l_i$  и  $E_iF_i$ . Совокупность таких точек определяет пространственную рациональную кубическую кривую  $k^3$ , т.е. ребро возврата торса 3-го порядка.

Пространственная рациональная кубическая кривая ( $k=3$ ,  $p=0$ ) согласно формуле  $n=(k-1)^2 - p$  определяет торсовую поверхность 4-го порядка, т.к. порядок  $n$  результирующей кривой равен удвоенному порядку направляющих ( $n_1=1$ ,  $n_2=1$ ,  $n_3=2$ ), т.е.  $n=2 n_1 n_2 n_3$  [2, 3].

В данном случае, по построению направляющий конус  $\Phi$  и прямая  $PQ$  имеет одну общую точку, поэтому поверхность торса распадается на плоскость и на торс третьего порядка.

Полученная кривая является обобщенным коническим сегментом. Поэтому все построение можно выполнить в одной плоскости  $Oxy$  (исключив переменную  $x$ ), так как вершины конуса  $\Phi$  и любая другая (собственная) точка кривой  $k$  позволяет образовать две коллинеарные связки бисекант  $Kg(1,3)$ .

Методами вычислительной геометрии можно получить параметрическое уравнение кривой [4].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фокс, А. Вычислительная геометрия [Текст] / А. Фокс, М. Пратт. – М.: Мир, 1982. – 304 с.
2. Иванов, Г.С. Теоретические основы начертательной геометрии [Текст] / Г.С. Иванов. – М.: Машиностроение, 1998. – 157 с.
3. Михайленко, В.Е. Формообразование оболочек в архитектуре [Текст] / В.Е. Михайленко, В.С. Обухова, А.Л. Подгорный. – Киев: Будівельник, 1972. – 207 с.
4. Мульдеков, И.О. Решение конструктивных задач описания кривых и поверхностей на основе методов оптимизации [Текст]: автореф. ... д-ра техн. наук. – М., 1997. – 295 с.

Материал поступил в редакцию 27.04.17.

**И.О. Мөлдеков<sup>1</sup>, Г.И. Муратова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Тараз мемлекеттік педагогикалық институты, Тараз қ., Қазақстан

<sup>2</sup>М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

**СЫЗЫҚТЫҚ КОНГРУЭНЦИЯСЫ НЕГІЗІНДЕ  
ТЕКШЕ ҚИСЫҚ СЫЗЫҚТЫ ТҰРҒЫЗУ**

Мақалада кеңістіктегі біркелкі тегіс жиектемелерді тікелей құрастыратын және алдын ала проекциясын жобалау кезеңін орындамай-ақ рационалды алгебралық доғаларды жобалау тәсілі қарастырылған. Ұсынылып отырған құрастыру алгоритмі олардың берілген өлшемдерін максималды түрде есепке ала отырып, оптималды шешім алуға және нәтижесінде жобаланатын бұйымдардың сапасын арттыруға, алдын ала көрсетілген шарттарды неғұрлым толық орындауға мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** кубтық қисықтар, жиектемелер, конгруэнция, қиылысатын қисықтар, алгебралық, трансценденттік айналу беттері.

**I.O. Muldekov<sup>1</sup>, G.I. Muratova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Taraz State pedagogical Institute, Taraz, Kazakhstan

<sup>2</sup>Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

**THE CONSTRUCTION OF A CUBIC CURVE BASED ON A LINEAR  
CONGRUENCE**

The work is devoted to the development of a method for designing three-dimensional smooth one-dimensional contours from arcs of rational algebraic curves that differ from the existing possibility of direct construction and calculation of its components, bypassing the stage of preliminary construction of their projection. The proposed algorithm of construction allows, due to the maximum use of their parameters, to take into account a significantly large number of predefined conditions, to obtain solutions close to optimal ones, and ultimately to improve the quality of the designed products.

**Keywords:** cubic curve, contours, congruence, crossing curves, algebraic, transcendental surfaces of rotation.

---

## Технологии

---

### продовольственных продуктов

ӘОЖ 664. 144

**А.С. Клышбекова**

*Магистр, аға оқытушы,*

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

#### **КОНФЕТ ТҰРҚЫЛАРЫНЫҢ ӨНДІРІСІНДЕ АСҚАБАҚ ЕЗБЕСІН ҚОЛДАНУ МҮМКІНДІГІ**

Жұмыста шикізаттың дәстүрлі емес түрі – асқабақ езбесінен конфет тұрқыларын дайындау мүмкіндігін зерттеу нәтижелері келтірілген. Конфет массалары мен дайын конфет тұрқыларының физикалық-химиялық және органолептикалық көрсеткіштері анықталған.

**Түйін сөздер:** дәстүрлі емес шикізаттар, көкөністер, дәрумендер, минералды элементтер, конфет тұрқылары, асқабақ езбесі.

Қазіргі кездегі кондитер өнімдері нарығындағы қатаң бәсекелестік, өндірушілерді жетілген технологиялық рецептураларды немесе заманауи бәсекеге қабілетті өнім өндіру әдістерін іздеп табуға мәжбүрлеп отыр. Тамақ өнімдері өндірісінде, оның ішінде кондитер өнімдері өндірісінде дәстүрлі емес шикізаттарды қолдану, бүгінгі күні тиімді бағыттардың бірі болып отыр [1]. Бүгінгі күні көкөністі шикізаттарды тамақ өнімдері өндірісінде пайдалану тиімділігі дәлелденген. Қантты кондитер өнімдері, қоректік заттармен байытуға арналған нысандар ретінде қарастыра алады. Кондитер өнімдері аса маңызды және жиі қолданылатын өнімдер болғанымен, олардың көпшілігі дәрумендердің, минералды заттардың, тағамдық талшықтардың төмен мөлшерімен ерекшеленеді [2].

Мұндай шикізаттарды өнімдер рецептурасына енгізу кондитер өнімдері ассортиментінің линейкасын кеңейтуге және өнімдерге функционалды қасиеттерді беруге мүмкіндік береді. Бұл өнімдердің тағамдық құндылығын арттыруға, оның рецептурасына дәрумендердің негізгі көзі ретінде, көкөністі шикізаттарды енгізу әсер етеді.

Кондитер өнеркәсібінде өсімдік тектес, сонымен қатар жануар тектес жергілікті және дәстүрлі емес шикізаттар пайдаланылады.

Көп жағдайларда конфеттер өндірісі үшін абрикос езбесін пайдаланады, ол конфет тұрқыларын 15-17% ылғалдылықта дайындауға мүмкіндік береді.

Жергілікті және дәстүрлі емес шикізаттарды енгізу, каротинмен, дәрумендермен және минералды элементтермен байытылған, тағамдық құндылығы жоғары массалық түрде өндірілетін кондитер өнімдерінің принципіалды жаңа түрлерін алуға, сонымен қатар абрикос езбесі, алхоры және алма езбесі сияқты жемісті шикізаттардың негізгі түрлерін көкөністі

шикізаттармен тиімді алмастыратын технологияларды жасауға мүмкіндік береді [3].

Сондықтан, берілген зерттеу этапында көкөніс езбесін пайдаланып конфет тұрқыларын дайындау мүмкіндігі зерттелді. Көкөніс езбесі ретінде, асқабақ езбесі пайдаланылды, себебі асқабақ – көкөністер арасында құрамындағы темір элементінің мөлшері бойынша чемпион болып табылады. Оның құрамында В, С, Е және РР тобының дәрумендері бар, сонымен қатар ағзадағы зат алмасу процестерінің тез өтуіне әсер ететін, Т дәрумені сияқты сирек кездесетін дәрумен бар. Асқабақтың жұмсағы химиялық құрамы бойынша табиғи биожүйе болып табылады, себебі оның құрамында тағамдық және тағамдық емес заттар бар. Одан басқа, асқабақ жаңа және қайта өңделген түрінде де пайдаланыла алады [4].

Қантты кондитер өнімдерінің, оның ішінде конфеттердің рецептурасына, құрамында дәрумендері, макро- және микроэлементтері бар, көкөністі шикізаттарды енгізу, өнімнің тағамдық құндылығын арттыруға мүмкіндік береді.

Жоғарыда айтылғандарға байланысты, көкөністі конфет тұрқылары өндірісінде дәстүрлі емес көкөніс шикізаты – асқабақ езбесін пайдалану мүмкіндігі зерттелді.

Асқабақтан дайындалған езбе түріндегі дәстүрлі емес көкөніс шикізатын конфет тұрқылары өндірісінде пайдалану, дайын өнімдерді дәрумендермен, минералды заттармен, тағамдық талшықтармен байытуға, сонымен қатар кондитер өнімдерінің ассортиментін кеңейтуге, құнды шикізат түрлерін тиімді қолдануға, қант мөлшерін азайтуға, энергетикалық құндылықты төмендетіп, беті тегіс және жылтыр, әрі сақтау мерзімі ұзақ өнімдерді алуға мүмкіндік береді.

Берілген жұмыста асқабақ езбесінен дайындалған конфет тұрқыларын дайындау мүмкіндігі зерттелді. Бұл жұмыста қолданылатын асқабақ Қазақстанда кең тараған және арзан көкөністі шикізат болып табылады.

Берілген жұмыстың мақсаты – конфет тұрқыларының өндірісі үшін асқабақ езбесін қолдану мүмкіндігін зерттеу. Конфет тұрқылары өндірісінің технологиясын жасау барысында пісірілген асқабақтан дайындалған езбе пайдаланылды. Зерттеу объектілері құмшекерден, асқабақ езбесінен, инверт шәрбәтінен, майдан және лимон қышқылынан дайындалған конфет тұрқылары болды.

Конфет массалары құмшекерден, асқабақ езбесінен, инверт шәрбәтінен, майдан және лимон қышқылынан дайындалды. Конфет тұрқылары қант пен асқабақ езбесінің әр түрлі қатынасында дайындалды: 0,9:1, 1,0:1, 1,2:1, 1,3:1. Құмшекер рецептураға сәйкес асқабақ езбесінің массасына шаққанда 90, 100, 120 және 130% мөлшерінде қосылды.

Конфет массалары мерзімді әдіспен дайындалды. Рецептуралық қоспа құрғақ заттар мөлшері 90, 85, 80 және 75% және соңғы температурасы 115, 110, 100, 95 және 90<sup>0</sup>С болғанша әбден пісіру арқылы дайындалды. Конфет тұрқыларының тиімді құрғақ заттар мөлшері 84-87% және тиімді соңғы температурасы 92-95<sup>0</sup>С болып табылады. Әбден пісіру ұзақтығы 30-40 минутты құрады. Берілген параметрлерден ауытқу, тұрқылардың, не өте жабысқақ және қалыпталуы қиын (төмен температурада және құрғақ заттар мөлшері аз болғанда), не қатты, әрі кристалдануына әкеледі.

Әбден пісірілген масса 75-80<sup>0</sup>С температурада темперленді. Сосын масса стөл бетінде жағу әдісімен қалыпталды және 50, 40, 30 және 25<sup>0</sup>С температураға дейін суытылды. Нәтижесінде тиімді қалыптау температурасы

25<sup>0</sup>С болатындығы анықталды. 25<sup>0</sup>С температурада конфет массасы төртбұрышты немесе тіктөртбұрышты жеке тұрқыларға кесілді.

Конфет массалары және дайын конфет тұрқыларының сапасы келесі физика-химиялық көрсеткіштер бойынша анықталды: ылғалдылық, редуцирлейтін заттар мөлшері, қышқылдық, тұтқырлық, жылжу кернеуі, иілімділік беріктігі; органолептикалық бағалау келесі көрсеткіштер бойынша жүргізілді: түсі, иісі, дәмі, бетінің күйі, консистенциясы және сақтау барысындағы конфет тұрқылары салмағының өзгеруі. Конфет массалары және дайын конфет тұрқыларының жоғарыда аталған көрсеткіштер бойынша сапалық көрсеткіш мәндері 1-ші және 2-кестеде келтірілген.

Кесте 1

Конфет массалары мен дайын конфет тұрқыларының физикалық-химиялық сапа көрсеткіштері

Қант пен езбе қатынасы	Сапа көрсеткіштері					
	ылғалдылық, %	редуцирлейтін заттар мөлшері, %	қышқылдық, град	тұтқырлық, Па·с	жылжу кернеуі, Па	тұрғызылғаннан кейінгі конфет тұрқыларының иілімділік беріктігі, кПа
0,9:1	16	10,8	6,6	112,78	53	9,5
1,0:1	16	10,6	5,4	123,0	53	9,8
1,2:1	16	9,6	4,7	137,94	53	10,2
1,3:1	16	8,9	4,0	151,01	53	10,6

Кесте 2

Дайын конфет тұрқыларының органолептикалық сапа көрсеткіштері

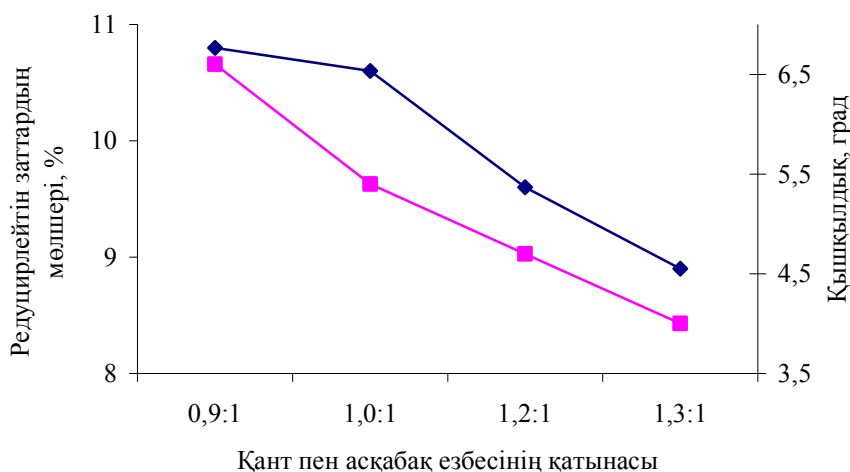
Қант пен езбе қатынасы	Сапа көрсеткіштері
	Органолептикалық бағалау
0,9:1	Сары түсті, бөтен иісі жоқ, берілген тұрқы түріне тән, дәмі тәтті, беті тегіс, мөлдір, консистенциясы жұмсақ, жабысқақ, әлсіз қалыпталады
1,0:1	Қызғылт-сары түсті, бөтен иісі жоқ, берілген тұрқы түріне тән, дәмі тәтті, беті тегіс, мөлдір, консистенциясы жұмсақ, жабысқақ емес, жеңіл қалыпталады
1,2:1	Мөлдір-сары түсті, бөтен иісі жоқ, берілген тұрқы түріне тән, дәмі тәтті, беті тегіс, мөлдір, консистенциясы жұмсақ, жабысқақ емес, жеңіл қалыпталады
1,3:1	Қанық сары түсті, бөтен иісі жоқ, берілген тұрқы түріне тән, дәмі тәтті, беті тегіс, мөлдір, консистенциясы жұмсақ, жабысқақ, өте қиын қалыпталады.

1-ші кесте мәндеріне сәйкес келесі қорытындыны жасауға болады: үлгілердің массалық үлесі 16,0%-ды құрайды. Қант пен езбенің әр түрлі қатынасында редуцирлейтін заттардың мөлшері 8,9-дан 10,8%-ға дейінгі



мәндерді құрады. Қанттың мөлшері асқабақ езбесінің массасына шаққанда артқан сайын, редуцирлейтін заттардың мөлшері азаяды. Қышқылдық мөлшері 1,3:1 қатынасында ең төмен мәнге ие және 4,0 градусы құрайды, ал 0,9:1 қатынасында ең үлкен мәнге ие және 6,6 градусы құрайды. 2-ші кесте мәндеріне сәйкес, қант мөлшері біртіндеп артқан сайын, қышқылдық көрсеткіштерінің біртіндеп төмендейтінін айқындауға болады. Бұл жағдайды қант мөлшерінің артуымен түсіндіруге болады. Конфет массаларының тұтқырлығы, қант-асқабақ массасындағы қант мөлшерінің артуы барысында артады және 112,78-151,01 аралығындағы мәндерді құрайды. Бұл жағдайды құмшекер мөлшерінің біртіндеп артуымен түсіндіруге болады. Біраз уақыт тұрғызылғаннан кейінгі конфет тұрқыларының иілімділік беріктігі 9,5-10,2кПа-ды құрайды. Асқабақ езбесіне шаққанда қант мөлшері артқан кезде, конфет тұрқыларының иілімділік беріктігі артады.

Суретте қант пен асқабақ езбесінің қатынасына байланысты, конфет массалары мен тұрқыларының редуцирлейтін заттары мен қышқылдығының графигі келтірілген.



- ◇- қант пен езбе қатынасына байланысты редуцирлейтін заттар мөлшері  
□-қант пен езбе қатынасына байланысты қышқылдық

Сурет. Қант пен асқабақ езбесі қатынасының конфет массаларының редуцирлейтін заттар мөлшері мен қышқылдығына әсері

Сурет мәндеріне сәйкес, конфет массалары мен тұрқыларының редуцирлейтін заттар мөлшері және қышқылдығы көрсеткіштері, қант мөлшерінің асқабақ езбесіне қатысты алғанда артқан кезде төмендейтіндігі анықталды.

Сақтау барысында тұрқылар сапасының өзгерісі 1ай мерзім аралығында зерттелді. Сақтау процесінде салмақ өзгерісін анықтау, конфет тұрқыларының үлгілерін әрбір 3 тәулік сайын өлшеу жолымен жүргізілді. Нәтижесінде, құмшекер мен асқабақ езбесінің 0,9:1, 1,0:1, 1,2:1 және 1,3:1 қатынастарында, дайын конфет тұрқыларының салмағы өзгермейтіндігі анықталды. Бұл жағдай, асқабақ езбесін қолдану арқылы дайындалған конфет тұрқыларының сақтау процесінде салмақ шығындарына тұрақты екендігін дәлелдейді.

Конфет тұрқыларына жүргізілген органолептикалық және физика-химиялық талдау нәтижесінде, асқабақ езбесінің негізінде конфет тұрқыларын өндіру үшін құмшекер мен асқабақ езбесінің тиімді қатынасы болып Қ:АЕ 1,0:1,0 қатынасы табылатындығы анықталды. Берілген қатынаста конфет тұрқылары біркелкі және жұмсақ консистенциялы, мөлдір, тегіс бетті, жабыспайтын, жағымды тәтті дәмді, қызғылт сары түсті болады және келесі физика-химиялық көрсеткіштерге ие болады: ылғалдылығы: 16%, редуцирлейтін заттар мөлшері 10,6%, қышқылдығы 5,4 град., тұтқырлығы 123 Па·с, тұрқылардың иілімділік беріктігі 9,8кПа, сонымен қатар қант пен асқабақ езбесінің 1,0:1,0 қатынасында конфет тұрқылары 2 айдан асатын ұзағырақ сақтау мерзіміне ие болады.

Жұмыс нәтижесі бойынша Қ:АЕ 1,0-1,0 қатынасында асқабақ езбесі негізінде дайындалған конфет тұрқыларының рецептуралары есептелді.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Румянцева, В.В. Использование подварки сахарной свеклы в помадных конфетах [Текст] / В.В. Румянцева, Е.М. Миронова // Кондитерское производство. – 2004. – №1. – С.9.
2. Колеснова, А.Ю. Фруктовые и овощные соки [Текст] / А.Ю. Колеснова, Н.Ф. Берестя, А.В. Орещенко. – СПб.: Профессия, 2005. – 605 с.: ил.
3. Корячкина, С.Я. Новые виды мучных и кондитерских изделий [Текст] / С.Я. Корячкина. – М.: Орел, 2001.
4. Аязбекова, М.Я. Известная и неизвестная Кашгарская тыква [Текст] / М.Я. Аязбекова, Г.А. Даутбаева // Пищевая и перерабатывающая промышленность Казахстана. – 2004. – №3. – С.18-19.

*Материал редакцияға 16.01.17 түсті.*

**А.С. Клышбекова**

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

#### **ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТЫКВЕННОГО ПОРЕ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОНФЕТНЫХ КОРПУСОВ**

В работе представлены результаты исследований возможности применения нетрадиционного овощного сырья – пюре из тыквы при производстве конфетных корпусов. Определены органолептические и физико-химические показатели конфетных масс и готовых конфетных корпусов.

**Ключевые слова:** нетрадиционные виды сырья, овощи, витамины, минеральные элементы, конфетные корпуса, тыквенное пюре.

**A.S. Klyshbekova**

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

#### **THE POSSIBILITY OF USING THE PUMPKIN PUREE IN THE PRODUCTION OF CANDY BODY**

In this work the possibility of non-traditional raw materials as cooked pumpkin puree in production of candies body is studied. The physico-chemical and organoleptic characteristics of candies and ready candies body are defined.

**Keywords:** non-traditional materials, vegetables, vitamins, minerals, trace elements, candies body, pumpkin puree.

Экологические  
ТЕХНОЛОГИИ

УДК 504.12

Ж.С. Мустафаев<sup>1</sup>, А.Т. Козыкеева<sup>2</sup>, К.Ж. Мустафаев<sup>3</sup>, К.С. Абдывалиева<sup>4</sup><sup>1</sup>Д-р техн. наук, профессор, <sup>2</sup>Д-р техн. наук, доцент,<sup>3</sup>Канд. экон. наук, <sup>3</sup>Научный сотрудник<sup>1, 2</sup>Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы, Казахстан<sup>3</sup>ТОО «НТО Гидротехника и мелиорация», г. Тараз, Казахстан<sup>4</sup>Казахский НИИ рисоводства им Б.Жакаева, г. Кызылорда, КазахстанПРИКЛАДНЫЕ МЕТОДЫ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ  
ТРАНСФОРМАЦИИ КОМПОНЕНТОВ ПРИРОДНОЙ СИСТЕМЫ  
В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

На основе структурно-логического исследования формирования и функционирования природно-техногенной системы построена модель познания техноприродных объектов для геоэкологической оценки трансформации компонентов природной системы в условиях антропогенной деятельности человека.

**Ключевые слова:** структура, логика, модель, природа, объект, познание, система, оценка, экология, качество жизни, устойчивость, ситуация, состояние, ландшафт, агроландшафт.

**Актуальность.** Стремление человечества использовать плодотворную силу природной системы на протяжении тысячелетий служило мощным стимулом для социально-экономического и духовного развития народов в различных регионах мира. Однако на современном этапе развития человечества использование природной системы имеет откровенно экономическое (материальное) содержание, то есть цель человеческой деятельности это удовлетворить личные и коллективные потребности населения речных бассейнов, региона и страны.

Поэтому существующая система оценки трансформации компонентов природной системы в условиях антропогенной деятельности учитывает главным образом экономические показатели, характеризующие эффективность производственной деятельности на разных уровнях – глобальном, региональном, государственном, отраслевом, отдельного предприятия. Проанализируем эти показатели с позиции социальной и экологической, то есть рассмотрим, насколько они учитывают влияние производственной деятельности на состояние окружающей природной среды.

Природные системы отличаются различной скоростью эволюционных процессов и степенью антропогенного воздействия, изменяющего темп и направление их развития. Для оценки динамики и направления изменений, происходящих в природных системах, вызванных как естественными природными, так и антропогенными факторами, необходимы комплексные исследования, базирующиеся на данных регионального экологического мониторинга и направленные на изучение элементов эко- и геосистем в их

тесной взаимосвязи. Именно комплексное изучение целостных самостоятельных природно-территориальных структур, каковыми являются природные системы, позволяет выявить особенности трансформации экосистем, оптимизировать параметры природопользования и совершенствовать системы управления при ожидаемом комплексе воздействий на экосистемы.

**Цель исследования.** На основе методов логико-математического моделирования разработана структурно-логическая модель для геоэкологической оценки трансформации компонентов природной системы в условиях антропогенной деятельности человека.

**Методика исследования.** Методологической основой работы является системный подход к природному исследованию природно-социально-производственных систем, а также система общих принципов и общенаучных подходов – комплексного и интегрального, общенаучных и специальных методов логико-математического моделирования.

**Результаты исследования.** Трансформация компонентов природной системы в условиях антропогенной деятельности – процесс изменения природных компонентов и комплексов под воздействием техногенной и производственной деятельности человека, направленных для преобразования экологических систем, в результате совокупности экологических и биогеохимических процессов приводящих к изменению исходных свойств природных компонентов и режима их функционирования.

Трансформация компонентов природной системы состоит в изменении во времени и пространстве экологических и биогеохимических процессов, то есть когда их изменения вызваны в основном внутренними взаимодействиями, то происходит так называемая эндогенная трансформация (восстановление), а когда их изменения регулярно определяются внешними силами среды на входе, то такие изменения называются экзогенными (деградация) [1].

Природные компоненты – это основные составные части природного комплекса (природной геосистемы), представляющий собой определённую вещественную субстанцию, то есть геолого-геоморфологической основы земной коры, приземные воздушные массы, природные воды, почвы, растительность и животный мир, которые взаимосвязаны процессами обмена веществом, энергией, информацией [2]. При этом следует отметить, что каждая природная система, попадающая в сферу решения задач природопользования и природообустройства, испытывает одновременно три типа изменений, характеризующих ее современное состояние: эволюционное развитие (длительно-временной тип изменения), динамика (средне-временные и ритмичные изменения) и функционирование (кратковременные изменения) [2].

Современное освоение ресурсов природных систем во многих регионах мира характеризуется сменой тенденции: от экстенсивного освоения, или освоения «вширь» (вовлечение в хозяйственное использование все новых ресурсов и территорий) – к интенсивному освоению, или освоению «вглубь», за счет комплексного и многофункционального использования ресурсов и свойств природных систем, которые приводят к трансформации компонентов природных систем – в природно-техногенные [3].

Таким образом, трансформация компонентов природной системы происходит в результате формирования и функционирования деятельность-природной системы (ДПС), включающая элементы четырех категорий:

деятельность (Д), природные компоненты (ПК), трансформированный человеком природные компоненты (ТК) и оценка результатов человеческой деятельности [4].

На основе систематизации структурно-логической схемы процесса изменения жизненных условий части общества [5], схемы познания природно-мелиоративных объектов [6] и структурно-логической модели функционирования ландшафтов-аглоландшафтов-гидроаглоландшафтов [7] построена схема познания техноприродных объектов для оценки геоэкологической трансформации компонентов природной системы в условиях антропогенной деятельности человека (рис. 1).

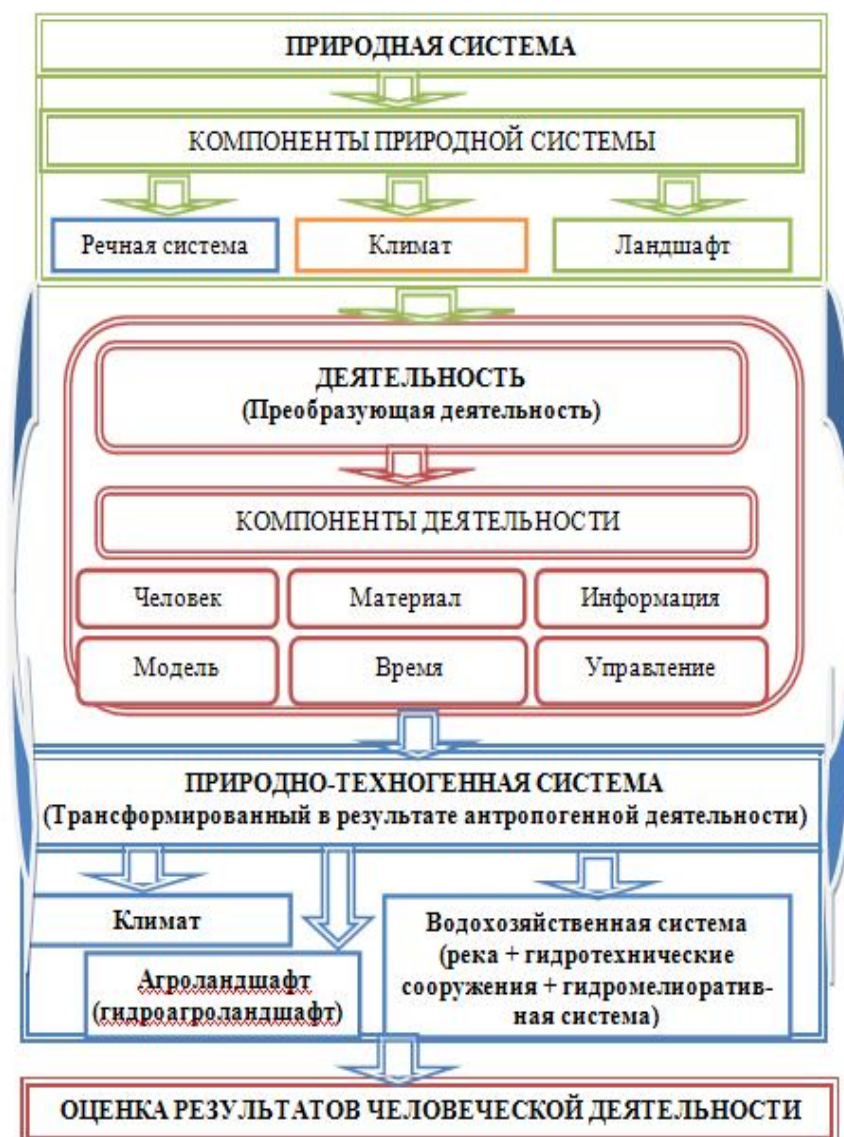


Рис. 1. Структурно-логическая модель для геоэкологической оценки трансформации компонентов природной системы в условиях антропогенной деятельности

При этом структурно-логическая модель оценки геоэкологической трансформации компонентов природной системы в условиях антропогенной деятельности человека представлена в виде блочной структуры, которая содержит четыре блока.

**1. Природная система (компоненты природной системы)** включающая подблоки: климат, ландшафт и речная система, то есть окружающая среда.

Окружающая среда или область жизнедеятельности человека и социальных форм ее организации является природной, а также измененная человеком среда, часто называемая окружающей средой, которая выполняет две основные функции: средовоспроизводящую и ресурсовоспроизводящую.

Средовоспроизводящая функция природной системы – способность сохранять в определенном интервале значения параметров окружающей среды, которые существенны для сохранения механизмов регулирования природных связей (например, саморазвития), воспроизводства возобновляемых природных ресурсов, для обеспечения благоприятных физических условий и эстетического комфорта жизни человека [8].

Ресурсовоспроизводящая функция природной системы – способность природных систем воспроизводить природные ресурсы, использованные человеческим обществом [8].

Климатическая система и климат (климатические условия) являются жизненно необходимыми сложными комплексами природных ресурсов, то есть является глобальным универсальным первичным незаменимым (безальтернативным) ресурсом жизнеобеспечения растительного и животного мира, потенциальные ресурсы которых может быть оценены с помощью коэффициента естественного увлажнения Н.Н. Иванова [9] ( $K_y = O_c / E_o$ ) где  $O_c$  – среднеемесячное значение атмосферных осадков, мм;  $E_o$  – среднеемесячная испаряемость (мм), которая определяется по формуле Н.Н.Иванова:  $E_o = 0.0018(25 + t)(100 - a)$ , здесь  $t$  – среднеемесячная температура воздуха, °С;  $a$  – среднеемесячная относительная влажность воздуха, %) или показатель «индекса сухости» М.И. Будыко [10] ( $\bar{R} = R / L \cdot O_c$ ), где  $R$  – радиационный баланс, кДж/см<sup>2</sup>;  $L$  – скрытая теплота парообразования, кДж/см<sup>3</sup>.

Ландшафт – природный географический комплекс, который выступает как система, воспроизводящая ресурсы. Человечество в своей практической деятельности издавна имеет дело с ландшафтами, то есть в данном подблоке ландшафт необходимо рассматривать как ресурсную систему, как систему условий деятельности, как среду обитания жизнедеятельности человека [2].

Главная природная функция речного бассейна (речной системы) – это особым образом объединенные стокообразующие геосистемы (принцип объединения здесь – единство гидрогеохимических потоков, имеющих один объект для своей разгрузки), и в этом принципиальная важность такого членения территории, выполняющие важные средообразующие или экологические функции, то есть пространственный базис для природопользования [11].

**2. Деятельность (преобразующая деятельность)** – присущая только человеку форма активности, сознательное целенаправленное взаимодействие с окружающим миром, осуществляемое для достижения определенных результатов и удовлетворения потребностей и интересов, которые должны

включать технический базис предмета и средства труда, – это человек, материал, информация, модель, время и управление. При этом категория «процесс» в кибернетическом понимании этого термина играет роль центрального ядра, объединяет воедино категории и общенаучные понятия: человек, материал, информация, модель, время и управление [5], то есть является средствами и предметами труда преобразования природной системы, в результате появляется возможность искусственного изменения природной среды с целью увеличения биологической продуктивности или хозяйственной ценности природных комплексов.

**3. Природно-техногенная система (трансформированный человеком природные компоненты)** – взаимосвязь природных и техногенных компонентов, образующих целостную систему различных уровней в природных ландшафтах, между которыми осуществляется обмен веществ и энергии, где воздействие человека на ландшафт рассматривается как природный процесс, в котором человек выступает как внешний фактор, создающий новые элементы, то есть агроландшафт (агроландшафт) и водохозяйственные системы (речная система + гидротехнические сооружения + гидромелиоративная система), которые не вытекают из структуры ландшафта, не обусловлены им, и поэтому оказываются чужеродными, которые ландшафт стремится отторгнуть или модифицировать [7].

В этой связи антропогенные элементы, внедряемые в ландшафт, являются неустойчивыми, не способными самостоятельно существовать без поддержки человека [2].

**Агроландшафты (агроландшафт)** как техноприродные системы включают природную и техногенную (деятельностную) подсистемы, где их фоновой деятельностью является сельскохозяйственное производство (включая мелиорацию земель), создающее опасность нарушения регионального природного баланса. Природная подсистема включает ряд взаимосвязанных и взаимодействующих компонентов (приземный слой атмосферы, животный и растительный мир, почвы, водные ресурсы). Техногенная (деятельностная) подсистема в свою очередь, включает все виды хозяйственной деятельности, оказывающие влияния на потоки вещества и энергии в приземном слое атмосферы, растительном и животном мире, поверхностных и грунтовых водах, которые могут быть причинами ухудшения экологической устойчивости природной системы в целом [7].

**Водохозяйственная система** – это комплекс водных объектов и предназначенных для обеспечения рационального использования и охраны водных ресурсов гидротехнических сооружений и гидромелиоративных систем, то есть учет взаимосвязи всех составляющих их, реализуется как принцип целостного изучения объекта путем сочетания количественных, качественных и структурных связей, которые обеспечиваются системой планирования и управления [12].

Таким образом, современная среда существования человечества формируется и функционирует в условиях постоянного воздействия антропогенной деятельности человека, качество жизни последовательно достигает состояния минимального оптимума, равновесного оптимума, максимального оптимума, пессимального состояния (рис. 2) [13].



Рис. 2. Основные состояния качества жизни при антропогенном воздействии

Как видно из рисунка 2, неиспользование или максимальное использование природно-ресурсных потенциалов не выгодно обществу. Однако общество имеет право выбора при использовании природных ресурсов, т.е. равновесный оптимум техногенного состояния компонентов природной системы можно обеспечить сохраняя их в качестве особо ценных природных объектов.

Поэтому в практическом отношении актуальны при преобразующей деятельности на основе теории антропогенной трансформации разработка методов оценки и прогнозирования состояния природы, создание и использование технологий экологического восстановления для среды обитания человека.

**4. Оценка результатов человеческой деятельности.** Ее проводят с целью выявления основных социальных, экологических и экономических проблем, характерных для природных систем в условиях антропогенной деятельности. При оценке воздействия антропогенной деятельности на состояние окружающей среды одной из проблем является определение изменчивости различных компонентов природной среды и определяющих ее факторов.

Снижение качества окружающей среды в результате антропогенной деятельности человека приводит к отклонению конкретных условий среды от норм, что ведет к заболеванию людей, животных и растений и часто к их гибели, что требует необходимости оценки качества жизни человека с использованием информационно-аналитических материалов по состоянию окружающей среды и здоровья населения на основе математических моделей оценки качества жизни (среда обитания человека) [13].

В условиях возросшей антропогенной нагрузки природной системы, почва, являясь элементом агроландшафтов и находясь в динамичном равновесии со всеми другими компонентами, подвергается деградиционным процессам, то есть засолению, что требует необходимости геоэкологической оценки трансформации процессов засоления или рассоления с использованием математических моделей оценки эколого-мелиоративного состояния агроландшафтов [14].

Экологическая ситуация природной системы в условиях антропогенной деятельности отражается в нарушении нормального функционирования



природных и природно-техногенных систем, связанных с нарушением предельно-допустимого уровня использования ресурсов природных систем, которые сопровождаются социальными, экономическими и экологическими убытками и требуют для ликвидации особых управленческих решений. Для количественной и качественной оценки экологической ситуации природной системы в условиях антропогенной деятельности можно использовать модель оценки экологической ситуации природно-техногенной системы [4, 15].

Экологическая устойчивость природной системы – это способность экологической системы сохранять свои свойства и параметры режимов в условиях действующих внутренних и внешних возмущений на основе принципа Ле Шателье-Брауна, то есть при внешнем воздействии, выводящем систему из состояния устойчивого равновесия, равновесие смещается в том направлении, при котором эффект внешнего воздействия ослабляется [13, 14]. Для понимания причин снижений экологической устойчивости современных природных систем и пределов допустимых антропогенных воздействий в них важно исследование процесса формирования в ходе эволюции устойчивых круговоротов вещества и энергии в экосистемах, поддержание в них балансных отношений, раскрытие схем, поддерживающих устойчивость можно использовать математическую модель оценки экологической устойчивости природной системы [13].

Техногенная нарушенная природная система – это техноприродные объекты, в результате чрезмерной антропогенной нагрузки нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб народному хозяйству и окружающей природной среде. Для геоэкологической оценки уровня техногенных нарушений природной системы в условиях антропогенной деятельности можно использовать математическую модель техноприродных объектов, объективно отражающую интегральную оценку факторов техногенной нагрузки, так и нарушений состояния окружающей среды [13].

**Выводы и рекомендации.** Таким образом, сформированная на основе структурно-логического исследования формирования и функционирования природно-техногенной системы модель для геоэкологической оценки трансформации компонентов природной системы в условиях антропогенной деятельности с методологическим обеспечением позволяет прогнозировать состояния техноприродных объектов, а также обеспечивает создание и использование технологий экологического восстановления для среды обитания человека. При этом современная оптимизация окружающей среды должна основываться на целенаправленном формировании управляемых техноприродных систем с регулируемыми геоэкологическими параметрами и более высокой устойчивостью к антропогенной деятельности человека.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бузмаков, С.А. Антропогенная трансформация природной системы [Текст] / С.А. Бузмаков // Географический вестник «Экология и природопользование». – 2012. – №4 (23). – С.46-50.
2. Исаченко, А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование [Текст] / А.Г. Исаченко. – М., 1991. – 366 с.
3. Пахомова, Н.В. Экономика природопользования и охраны окружающей среды [Текст]: учебное пособие / Н.В. Пахомова, К.К. Рихтер. – СПб.: Изд-во Санкт-Петербург. Ун-та, 2001. – 220 с.

4. Хачатурьян, В.Х. Концепция улучшения экологической и мелиоративной ситуации в бассейне Аральского моря [Текст] / В.Х. Хачатурьян, И.П. Айдаров // Мелиорация и водное хозяйство. – 1990. – №12. – С. 5-12; – 1991. – №1. – С. 2-9.
5. Рекс, Л.М. Системные исследования мелиоративных процессов и систем [Текст] / Л.М. Рекс. – М.: Изд-во «Аслан», 1995. – 192 с.
6. Хачатурьян, В.Х. Прикладные методы оценки водно-солевого, теплового и питательного режима черноземов [Текст] / В.Х. Хачатурьян // Мелиорация и водное хозяйство. Серия Орошение и оросительные системы: Обзорная информация / ЦБНТИ Минводхоз СССР. – М, 1988. – выпуска 3. – 56 с.
7. Мустафаев, Ж.С. Прикладные методы оценки устойчивого функционирования гидроарголандшафтов [Текст] / Ж.С. Мустафаев, А.Т. Козыкеева, Г.Е. Жидекулова, П.Е. Есенгельдиева // Гидрометеорология и экология. – 2016. – №1 (80). – С. 137-146.
8. Емельянов, А.Г. Геоэкологические основы природопользования [Текст] / А.Г. Емельянов. – Тверь: Изд-во ТГУ, 1998. – 118 с.
9. Иванов, Н.Н. Зоны увлажнения земного шара [Текст] / Н.Н. Иванов // Известия Ан СССР, Серия география и геофизика. – 1941. – №3. – С. 15-32.
10. Будыко, М.И. Тепловой баланс земной поверхности [Текст] / М.И.Будыко. – М.: Гидрометеониздат, 1956. – 255 с.
11. Голованов, А.И. Комплексное обустройство территорий - дальнейший этап мелиорации земель [Текст] / А.И. Голованов, Ю.И. Сухарев, В.В.Шабанов // Мелиорация и водное хозяйство. – 2006. – №2. – С.25-31.
12. Шабанов, В.В. Ведение мониторинга водных объектов в современных условиях [Текст] / В.В. Шабанов, В.Н. Маркин. – М.: Изд-во РГАУ – МСХА, 2015. – 151 с.
13. Мустафаев, К.Ж. Методологические основы экологической оценки емкости природных систем [Текст] / К.Ж. Мустафаев. – Тараз, 2014. – 316 с.
14. Мустафаев, Ж.С. Методологические основы оценки устойчивости и стабильности ландшафтов [Текст] / Ж.С. Мустафаев, А.Д. Рябцев, Г.А. Адильбектеги. – Тараз, 2007. – 218 с.
15. Мустафаев, Ж.С. О методике экологической оценки природной среды [Текст] / Ж.С. Мустафаев, А.Т. Козыкеева // Проблемы гидротехники и мелиорации земель в Казахстане. Сборник научных труды КазНИИИВХ. – Алматы, 1997. – С. 128-133.

*Материал поступил в редакцию 22.10.16.*

**Ж.С. Мұстафаев<sup>1</sup>, Ә.Т. Қозыкеева<sup>1</sup>, Қ.Ж. Мұстафаев<sup>2</sup>, Қ.С. Абдывалиева<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Қазақ ұлтық аграрлық университеті, Алматы қаласы, Қазақстан

<sup>2</sup>«НТО Гидротехника және мелиорация» ЖШС, Тараз қаласы, Қазақстан

<sup>3</sup>Ы. Жақаев атындағы Қазақ күріш ФЗИ, Қызылорда қаласы, Қазақстан

**ТАБИҒИ-ТЕХНОГЕНДІК ЖАҒДАЙДАҒЫ ТАБИҒИ ЖҮЙЕ  
БӨЛШЕКТЕРІНІҢ ТАСЫМАЛДАНУЫН ГЕОЭКОЛГИЯЛЫҚ  
БАҒАЛАУДЫҢ ҚОЛДАНБАЛЫ ӘДІСТЕМЕСІ**

Табиғи-техногендік жүйенің қалыптасу және қызмет етуіне құрылымдық-ойлық зерттеудің негізінде адамның табиғи-техногендік қызметінің жағдайындағы табиғи жүйенің бөлшектерінің тасымалдануын геоэкологиялық бағалауға арналған техникалық-табиғи нысандарды танудың үлгісі тұрғызылған.

**Түйін сөздер:** құрылғы, логика, модель, табиғат, нысан, таным, жүйе, бағалау, экология, өмір сапасы, тұрақтылық, ситуация, жағдай, ландшафт, агроландшафт.

Zh.S. Mustafayev<sup>1</sup>, A.T. Kozykeeva<sup>1</sup>, K.Zh. Mustafayev<sup>2</sup>, K.S. Abdyvalieva<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Kazakh National Agrarian University, Almaty, Kazakhstan

<sup>2</sup>LLP "NTO Hydraulic Engineering and Reclamation", Taraz, Kazakhstan

<sup>3</sup>Kazakh Research Institute of Rice named after Y.Zhakayev, Kyzylorda, Kazakhstan

#### APPLIED METHODS OF GEOECOLOGICAL ASSESSMENT TRANSFORMATION COMPONENTS OF NATURAL SYSTEMS UNDER HUMAN ACTIVITIES

On the basis of structural and logical study of formation and functioning of the natural and man-made system, a model of knowledge technogene objects for geo-ecological assessment of the transformation of the natural components of the system in the conditions of anthropogenic activity is presented.

**Keywords:** structure, logic, model, nature, object, knowledge, system assessment, ecology, quality of life, sustainability, the situation, the state of the landscape, agricultural land.

УДК 546.22

**М.Ж. Сексенбай**

*Канд. техн. наук, доцент*

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

#### К ВОПРОСУ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ГОРОДОВ

Рассмотрены проблемы защиты атмосферного воздуха от вредных выбросов. Приведены формулы расчета уровня загрязнений по доминирующему вредному веществу. Представлены результаты экспериментального прогнозирования загрязнения воздушной среды г. Тараз.

**Ключевые слова:** экологическая обстановка, окружающая среда, климатический фактор, микроклимат, вредные выбросы, метеорологические условия, предельно-допустимые выбросы.

В последние годы в связи с возрастанием экологических требований вопросам охраны природы и природных ресурсов уделяется большое внимание во всех странах мира. По проблемам окружающей среды созданы и

создаются различные национальные и международные организации, в рамках которых проводятся обширные исследования.

Одним из важнейших климатических факторов, оказывающих существенное влияние на формирование благоприятных микроклиматических условий внешней среды, является ветровой режим. Оздоровление воздушного бассейна городов, создание благоприятного для человека микроклимата тесно связано с проблемой аэрации городских территорий, которая представляет собой естественное регулирование проветривания населенных мест.

В связи с увеличением в городах и крупных населенных пунктах количества автотранспортных средств (например, только в г. Алматы около 500 тысяч единиц), автотранспорт становится одним из основных источников загрязнения окружающей воздушной среды. Кроме того, традиционными загрязнителями природной среды являются также предприятия металлургической, химической, нефтеперерабатывающей и др. отраслей промышленности, которые выбрасывают в воздух огромное количество двуокси углерода, окислов азота, сернистого ангидрида, фтористых и фосфорных соединений, различных органических растворителей и т.п. Об этом свидетельствует ухудшение состава воздуха в ряде городов, особенно в районах расположения предприятий черной и цветной металлургии, нефтехимической промышленности.

Для решения проблем выбросов необходимо изучить закономерность их распространения в атмосфере промышленных и жилых территорий. Поэтому для решения этой проблемы необходим поиск наиболее приемлемого решения, требуется детальное изучение всех воздействующих факторов, влияющих на приземную концентрацию вредных примесей. Вредные вещества, выбрасываемые промышленными предприятиями, распространяются в приземном слое атмосферы путем переноса их воздушными течениями и за счет турбулентной диффузии, связанной с наличием пульсационных скоростей во всех трех направлениях. Следовательно, важно знать кинематику воздушных течений, которая зависит от микроклиматических условий, от характера и типа застройки и места расположения источников вредных выбросов, топографии местности и других характеристик.

Метеорологические условия являются факторами, влияющими на процесс распространения промышленных выбросов в приземном слое атмосферы. В первую очередь следует учитывать статистические данные о направлении и силе ветра для данного района, статистические характеристики турбулентного поля скоростей, зависящие главным образом, от средней скорости ветра и термической стратификации воздуха. Термическая стратификация атмосферы (вертикальное распределение температуры, наблюдающееся в текущий момент) по существу определяет все основные метеорологические факторы, влияющие на процесс турбулентной диффузии примесей в атмосфере.

Согласно требованиям санитарных норм, предельно-допустимые выбросы (ПДВ) должны гарантировать уровень загрязнения приземного слоя атмосферы меньше максимально-разовой концентрации вредных веществ. Содержание пыли в выбрасываемом воздухе, мг/м<sup>3</sup> при расходе его L до 15000 м<sup>3</sup>/ч и более соответственно должны составлять:

$$C < (160 - 4L) k; \quad C < 100 k$$

где коэффициент  $k$  принимают в зависимости от ПДК в рабочей зоне:

ПДК, мг/м <sup>3</sup>	2	до 4	до 6	6
К	0,3	0,6	0,8	1

Если выбрасываемые вредности обладают эффектом суммации, то их ПДК в приземном слое не должна превышать расчетной величины.

Можно рекомендовать значения концентрации одновременно выбрасываемых вредных веществ приводить условно к одному веществу:

$$C_1 + C_2 \frac{ПДК'_1}{ПДК'_2} + \dots + C_n \frac{ПДК'_1}{ПДК'_n} < ПДК'_1$$

где ПДК' – предельно-допустимая концентрация вредных веществ в приземном слое атмосферы, приводится в СН-245-71.

В этой связи рассеивание вредных веществ, обладающих суммацией действия, необходимо рассчитать по условному выбросу  $M_{(1)}$ , мг/с, всех вредных веществ, приведенному к одному веществу:

$$M_{(1)} = M_1 + M_2 ПДК'_1 / ПДК'_2 + \dots + M_n ПДК'_1 / ПДК'_n$$

где  $M_1 + M_2, \dots, M_n$  – интенсивность выброса вредных веществ, мг/с.

Для зданий и сооружений с вредными технологическими выбросами СН 245-71 устанавливает санитарно-защитную зону, в которой осуществляется естественное снижение концентрации вредных веществ за счет рассеивания и других процессов. Санитарно-защитная зона должна быть благоустроена и озеленена, причем со стороны жилой территории следует предусмотреть полосу древесно-кустарниковых насаждений шириной не менее 20 м при ширине зоны до 100 м и 50 м – при ширине зоны свыше 100 м.

Нормами предусматривается выброс в атмосферу вредных веществ через открывающиеся проемы окон и фонарей, дефлекторы и шахты при естественной, и крышные вентиляторы – при механической вентиляции. Высокие трубы и факельные выбросы рекомендуется применять для взрывоопасных веществ, дурно пахнущих, а также 1-го и 2-го классов опасности. При этом удаляемые газы не должны попадать в зону аэродинамической тени. Скорость выброса при факельном выбросе рекомендуется принимать в пределах 15-40 м/с. Высота выброса, м, считая от устья трубы, определяется:

$$h = 2,17v_0 D_0.$$

Высота границы низких источников  $H_{гр}$ , м, для источника в заветренной зоне или на крыше отдельно стоящего широкого здания, единой зоны или отдельно стоящего узкого здания, межкорпусной зоны двух смежных или на крыше первого по потоку здания, а также для удаленного источника перед рассматриваемой межкорпусной зоной соответственно равна:

$$H_{гр} = 0,36b_3 + 1,7H_{зд}; \quad H_{гр} = 0,36b_3 + 2,5H_{зд};$$

$$H_{гр} = 0,36(b_3+x_1)+H_{зд}; \quad H_{гр i} = 0,36x_i+1.7H_{зд i};$$

где:  $b_3$  – расстояние от источника до заветренной стены здания, м;  $x_1$  – длина межкорпусной зоны, м;  $H_{зд}$  – высота второго здания, м;  $H_{гр i}$  – высота границы  $i$ -го здания, м;  $x_i$  – расстояние от источника до наветренной стены  $i$ -го здания, м;  $H_{зд i}$  – высота  $i$ -го здания, м.

Высота загрязнения воздуха [3] низкими источниками находится в пределах  $H_{гр}$ . Ее определяют в соответствии с Руководством по расчету загрязнения воздуха на промышленных площадках. При расчетах направление ветра принимают перпендикулярным к продольной оси здания, а его скорость – 1 м/с.

При расположении воздухозаборных устройств в циркуляционной зоне уровень загрязнения рассчитывают по доминирующему вредному веществу, определяемому в зависимости от показателя  $P_d$ , м<sup>3</sup>/с, который численно равен расходу воздуха, необходимого для снижения концентрации выбрасываемого вещества до 30% его ПДК:

при одиночном источнике вредных веществ разнонаправленного воздействия на человека в районе промышленной площадки:

$$P_d = \frac{M}{0,3ПДК} - L$$

то же, однонаправленного действия

$$P_d = \frac{M_1}{0,3ПДК_1} + \frac{M_2}{0,3ПДК_2} + \dots + \frac{M_n}{0,3ПДК_n} - L;$$

при функционировании ряда источников одно- и разнонаправленного действия в районе промышленной площадки

$$P_d = mk \cdot \left( \frac{M}{0,3ПДК} - L \right);$$

то же, что и при одиночном источнике, только в районе населенных пунктов

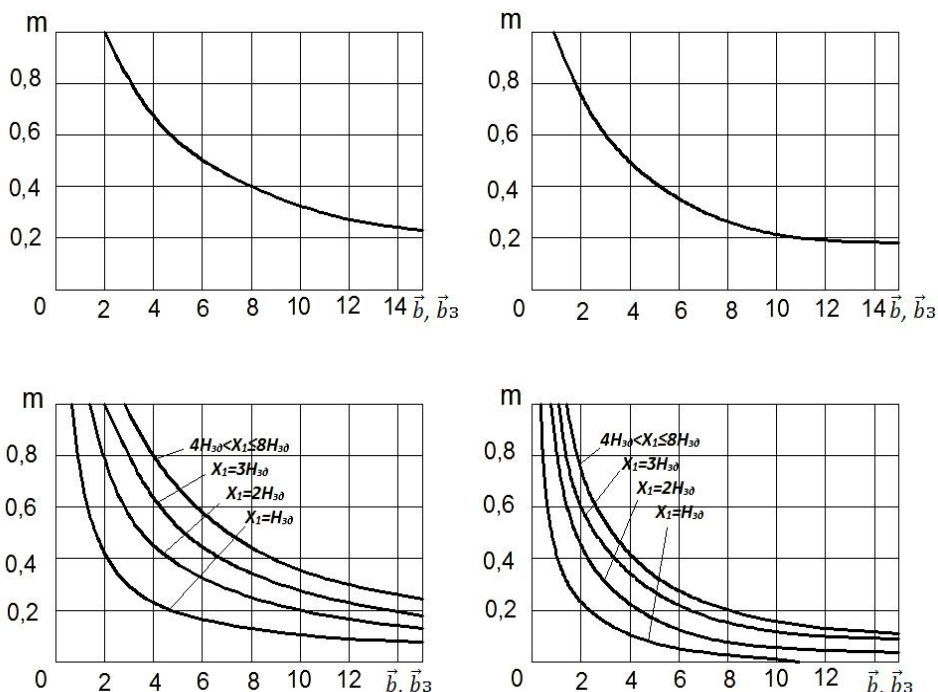
$$P_d = \frac{M_2}{0,3ПДК'} - L$$

то же, что и при однонаправленного действия, только в районе населенных пунктов

$$P_d = \frac{M_1}{0,3ПДК_1} + \frac{M_2}{0,3ПДК_2} + \dots + \frac{M_n}{0,3ПДК_n} - L,$$

где: ПДК – предельно допустимая концентрация вредного вещества в рабочей зоне, мг/м<sup>3</sup>, принимаемая по ГОСТ 12,1005–76;  $L$  – количество газовой смеси, выбрасываемой источником, м<sup>3</sup>/с.

Доминирующим считается вещество с максимальным значением  $P_d$ . Если для некоторых вредных веществ  $P_d \leq 0$ , то мероприятия по обеспечению чистоты атмосферы не разрабатывают.



$a$  – отдельно стоящее широкое здание, линейный источник на крыше вне наветренной циркуляционной зоны; линейный и точечный источники в наветренной циркуляционной зоне;  $b$  – отдельно стоящее широкое здание, точечные и линейные источники в наветренной зоне ( $m'$ ) и вне ее ( $m''$ );  $v, z$  – соответственно линейные и точечные источники – независимо от вида здания и размещения источника ( $b = b/H_{зд}$ ;  $b_3 = b_3/H_{зд}$ ).

Рис. 1. Графики для определения коэффициентов заноса примесей в межкорпусное пространство

Общая интенсивность выбросов одноименных вредных веществ, поступающих в наветренную циркуляционную зону,

$$M_{общ.} = \sum M_{л.} + \sum M_{т.} + \sum m_{л.}' M_{л.}' + \sum m_{т.}' M_{т.}' + \sum m_{л.}'' M_{л.}'' + \sum m_{т.}'' M_{т.}'' + \\ + \sum k_h' m_{л.}''' M_{л.}''' + \sum k_h'' m_{т.}''' M_{т.}''',$$

где  $M_{л.}, M_{л.}', M_{л.}'', M_{л.}'''$  – интенсивность выброса вредного вещества, мг/с, линейными источниками, соответственно внутренними и внешними, расположенными на крыше широкого здания, в наветренной циркуляционной зоне и вне циркуляционных зон;  $M_{т.}, M_{т.}', M_{т.}'', M_{т.}'''$  – то же, точечными источниками;  $m_{л.}', m_{т.}', m_{л.}'', m_{т.}'', m_{л.}''', m_{т.}'''$  – коэффициенты заноса примесей (рис. 1), причем для всех внутренних источников  $m=1$ ;  $k_h', k_h''$  – коэффициенты, учитывающие высоту выброса источников.

Влияние Жамбылских химических заводов на воздушный бассейн региона известно тем, что в радиусе 30-100 км, а иногда и более концентрации загрязняющих веществ значительны, в частности ПДК таких химических элементов, как фтор, фосфор, которые трудно разлагаются химически, намного превышают свои допустимые величины.

С целью прогнозирования загрязнения воздушной среды города Тараз проводились ряд экспериментов, некоторые результаты которых приводятся в таблице 1.

Таблица 1

Соотношения между некоторыми вредностями, содержащимися в окружающей среде местности с их предельно-допустимыми концентрациями

№	Наименование вредностей	Хим. формула	В атмосферном воздухе населенных мест		В воздушном бассейне г. Тараз	
			макс. разовая	средне-суточная	макс. разовая	средне-суточная
1	Двуокись азота	CO <sub>2</sub>	0,085	0,085	7,2	4,5
2	Окись углерода	CO	3	1	62,5	60,1
3	Сероводород	H <sub>2</sub> S	0,008	0,008	0,010	Следы
4	Сероуглерод	CS	0,03	0,005	0,12	0,09

Для того, чтобы оценить способность атмосферы рассеивать загрязнители, которые попадают в нее от источников, необходимо знать степень устойчивости атмосферы. Устойчивость атмосферы проявляется в том, что в ней отсутствуют значительные вертикальные движения и перемешивание. В этом случае загрязнители, выброшенные в атмосферу вблизи земной поверхности, имеют тенденцию задерживаться там. Перемещению воздуха в нижней атмосфере способствуют разные процессы, среди них можно выделить: 1) температурный градиент и 2) механическую турбулентность, связанную с взаимодействием ветра с подстилающей поверхностью.

На основе составленного прогноза загрязнения атмосферы можно устанавливать требуемую эффективность газопылеочистных устройств; целесообразность их экономически обоснованного сочетания с рассеиванием вредных примесей естественным путем; требования к технологическим процессам и оборудованию в отношении выбросов (установление нормативов ПДВ); места с наиболее чистым воздухом для размещения в них воздухозаборных устройств приточной вентиляции; рациональное расположение производственных корпусов и технологического оборудования на площадке с целью максимального использования ветровой энергии для проветривания межкорпусного пространства и т.п.

Проблеме борьбы с загрязнением атмосферного воздуха в настоящее время не уделяется должное внимание. Основная трудность в поддержании должного уровня чистоты воздуха заключается в несовершенстве многих технологических процессов, в невозможности полной очистки воздуха от вредностей, выбрасываемого в атмосферу. Не все промышленные предприятия расположены за пределами жилой застройки с учетом господствующего направления ветра, но эти требования не всегда выполнимы.



Исследование, анализ и обоснованная оценка существующего положения являются основными условиями разработки любого проекта, особенно при формировании окружающей среды. Поэтому, на основании этого можно решить:

- что нужно менять (потребность, проблемы);
- что можно менять (условия, возможность);
- как нужно менять (способы решения);
- что можно ожидать (перспективы).

В результате исследования можно получить всеохватывающую картину о сложившемся положении окружающей среды. Оценку можно получить путем сопоставления выявленных характерных черт. Кроме того, следует остановиться на выявлении влияний и последствий факторов на качество окружающей среды. Обследование и анализ воздействующих факторов очень существенны, так как на основании этого определяется характер и способ необходимого вмешательства.

Обобщая результаты вышеуказанного исследования можно получить состояние окружающей среды для рассматриваемого населенного пункта. Оценка исследований определяет основные направления, которых необходимо придерживаться в дальнейших процессах проектирования и строительства.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ретгер, Э.И. Архитектурно-строительная аэродинамика [Текст] / Э.И. Ретгер. – М.: Стройиздат, 1984.
2. СН 245-71 Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий [Текст]. – М., 1972.
3. Руководство по расчету загрязнения воздуха на промышленных площадках [Текст]. – М.: Стройиздат, 1977.
4. Указания по расчету рассеивания в атмосфере вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (СН 369-71) [Текст]. – М.: Стройиздат, 1975.
5. Сексенбай, М.Ж. К вопросу управления источниками загрязнения окружающей среды для улучшения экологической обстановки городов [Текст] / М.Ж. Сексенбай // Материалы республиканской научно-практической конференции «Актуальные вопросы обеспечения экологической безопасности». – Тараз, 2013.

*Материал поступил в редакцию 10.03.17.*

**М.Ж. Сексенбай**

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

#### ҚАЛАЛАРДЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН ЖАҚСARTУ МӘСЕЛЕСІ

Атмосфералық ауаны зиянды шығарылымдардан қорғау мәселелері қарстырылған. Басты зиянды зат бойынша ластану деңгейін есептеу формулалары келтірілген. Тараз қаласының ауа бассейнінің ластану деңгейін эксперименталдық болжау нәтижелері келтірілген.

---

**Түйін сөздер:** экологиялық жағдай, қоршаған орта, климаттық фактор, микроклимат, зиянды шығарылымдар, метеорологиялық жағдайлар, шекті рұқсат етілген тастандылар.

**M.Zh. Seksenbay**

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

### **ISSUES OF ENVIRONMENTAL IMPROVEMENT OF CITIES**

The problems of protection of atmospheric air from harmful emissions are considered. The formulas for calculating the level of pollution by the dominant harmful substance are given. The results of experimental prediction of air pollution in the city of Taraz are presented.

**Keywords:** ecological situation, environment, climatic factor, microclimate, harmful emissions, meteorological conditions, maximum permissible emissions.

## Мелиоративные технологии

УДК 623.3.631

**Х.И. Турсунбаев<sup>1</sup>, К.К. Мусабеков<sup>2</sup>, Н.Н. Хожанов<sup>3</sup>, Л.Н. Халдарбекова<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Ст. преподаватель, <sup>2</sup>Канд. техн. наук, доцент,

<sup>3</sup>Канд. с.-х. наук, доцент, <sup>4</sup>Магистрант,

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

### **ИНТЕНСИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ТОМАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОУДОБРЕНИЙ И ГИПОХЛОРИТА НАТРИЯ**

В статье представлен анализ применения метода гидропоники для выращивания овощей с применением биоудобрений и гипохлорита натрия.

**Ключевые слова:** теплица, гидропоника, выращивание, интенсивная технология, субстрат, продукция.

В настоящее время назрела необходимость перехода сельскохозяйственного производства в область гармоничного развития, как в растениеводстве, так и животноводстве, что позволит в любых экономических условиях рентабельно развивать агропромышленное производство, в том числе в садах с применением интенсивных и высокоинтенсивных технологий [1].

Однако, по расчетам, регулярное использование минеральных удобрений в течение 10 лет приводит к снижению гумуса на 0,2%, что составляет 8,0 т/га, а в течение 15 лет соответственно – 0,3%, - 12,0 т/га. В зависимости от степени интенсивности химизации сельскохозяйственного производства в бывшем СССР снижение гумуса почв составило 0,2-1,5%. Применение биоудобрений в первый год, позволяет накопить гумус 0,1-0,2%, что составляет 4,0-8,0 т/га, а за 4 года запас гумуса увеличивается на 0,4-0,8%, т.е. 16- 32,0 т/га. При химизации происходит загрязнение почвенных и грунтовых вод, исчезновение полезных насекомых, микрофлоры почвы и др.

Анализ современных тенденций развития сельскохозяйственного производства показывает, что при использовании агрохимикатов в сельском хозяйстве в странах Европейского Сообщества и США наблюдается резкое снижение применения минеральных удобрений и пестицидов. В этих странах в последнее время значительно возрос интерес к производству экологически чистых сельскохозяйственных продуктов, выращиваемых с использованием биопрепаратов и биоудобрений.

Необходимость интенсивного использования биоудобрений имеют следующие причины:

1) В настоящее время актуальной проблемой является широкое применение инновационных технологии, направленных на развитие биотехнологии от науки к производству. Так, ежегодно остаются

невостребованными сельскохозяйственным производством до 80% законченных научных разработок;

2) В Республике Казахстан, около 40% от общего количества предприятий и около 35% крестьянских (фермерских) хозяйств неплатеже- и кредитоспособны и представляют финансово неустойчивые формирования;

3) Согласно данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (FAO), урожайность томатов в Казахстане составляет 180 ц/га, тогда как в соседних странах, откуда к нам идет основной поток импортных томатов, урожайность заметно выше. Так, в Кыргызстане она составляет 189 ц/га, Китае – 242 ц/га, Узбекистане – 400 ц/га;

4) Сравнение урожайности томатов в Узбекистане и Великобритании показало, что урожайность томатов выращенных в Узбекистане 8 раз ниже, чем в Великобритании;

5) Низкая эффективность использования посевных площадей Казахстана;

6) В агропромышленном комплексе страны до сих пор наблюдается низкие темпы модернизации отрасли, низкие доли направленных частных инвестиций.

К основным причинам низкой производительности труда в сельском хозяйстве относятся [2]:

- используются устаревшие технологии;
- применяются устаревшие и неэффективные формы хозяйствования (ЛПХ и мелкие фермерские хозяйства составляют более 80%);
- высокий уровень импорта готовой сельскохозяйственной продукции;
- низкая глубина переработки продукции;
- отсутствие инновационных технологии выращивания фруктовых деревьев;
- растениеводство Казахстана серьезно отстает от развитых стран по большинству основных технологических направлений;
- наибольшее отставание наблюдается в использовании биоудобрений, в применении систем капельного орошения;
- биологические удобрения используются в недостаточном количестве.

В развитых странах мира в настоящее время значительно возрос объем производства экологически чистой сельскохозяйственной продукции, качество и стоимость которой выше в 1,2 раза в сравнении с традиционно выращенной. Тем самым спрос на экологически чистую сельскохозяйственную продукцию ежегодно растет. В странах Евросоюза, Китае, России, Японии, США, Южной Кореи и Казахстане на государственном уровне рассматриваются вопросы о переводе агропромышленного сектора экономики на альтернативные методы и инновационные технологии ведения сельского хозяйства.

В настоящее время Китай, Израиль и развитые страны Европы вводят ограничения на применение химических препаратов и минеральных удобрений, а также вносят изменения в применение методов химизации. В этих странах обращают внимание на продукцию, выращиваемую с использованием биоудобрений и микробиологических препаратов [3].

Если проводить анализ, наблюдается факт, что в Европе в период 2010-2015 годах до 30,0% посевных площадей обрабатывался органическими удобрениями. Это явление широко используется аграриями Белоруссии, т.е. они обрабатывая земли биоудобрением, добились повышения урожайности зерновых от 27,5 до 55,3 ц/га, а рентабельности – в два раза.

Детальное изучение метода анаэробного сбраживания сырьевых ресурсов приводит нас к выводу, что экономически, технически и экологически наиболее эффективным является мезофильный режим.

Полученные с биогазовой установки удобрения содержат большое количество биологически ценных элементов для питания растений и особенно полезные для тех культур, которые нуждаются в питательных веществах в минерализованной (концентрированной) форме. Биоудобрение продолжительного действия и является новым видом удобрений для выращивания экологически чистой сельскохозяйственной продукции, способно восстановить естественную структуру субстрата и грунта.

Внедрение способа выращивания томатов с использованием биоудобрений и гипохлорита натрия, является одним из новейших технологий, обеспечивающих выход казахстанской сельскохозяйственной продукции на европейский и мировой рынки, позволяет сертифицировать продукцию в соответствии с международными экологическими стандартами.

Согласно мнению экспертов, порядка 49% площадей действующих теплиц на территории Республики Казахстан являются весенними пленочными теплицами – парниками. Площадь же действующих зимних теплиц не более 30 га, часть которых являются грунтовыми и требуют реконструкции. Ежегодный объем производства овощей в закрытом грунте составляет около 10 000 т.

За период 2009-2010 годы введены в эксплуатацию 27,7 га площадей закрытого грунта. По данным официальной статистики в конце 2014 года в Казахстане теплицы занимали 227,1 га. Они специализируются на производстве томатов, огурцов и зелени.

Однако, в Казахстане слишком медленно развивается инфраструктура тепличного производства. Так, по состоянию на 01.01.2015 года в стране порядка 1752 сооружений закрытого грунта с общей площадью 217 га, согласно программе по развитию агропромышленного комплекса. При этом, общий объем валовой продукции составляет 14,7 тыс. тонн в год. Это показывает всего лишь 17% от того, что мы потребляем.

Гидропоника – одно из самых энерго- и ресурсосберегающих изобретений последнего времени. Она быстро набирает популярность в Южной Корее, Австралии, Канаде, США, Голландии, России и Казахстане.

Благодаря гидропонике, стали возможными серьезные скачки вперед в плане понимания растений и их питания [4].

Метод гидропоники с применением гипохлорита натрия и биоудобрения сокращает вегетационный период растений и обеспечивает повышение урожайности и получения экологически чистой продукции. На основании анализа и практических разработок нами получена инновационная технология, которая защищена патентом РК №29738 от 17.03.2015 года «Способ выращивания овощей на гидропонных установках с применением гипохлорита натрия и биоудобрений в тепличных условиях».

Анализ показывает, что выращивание овощей способом гидропоники на гидропонных установках с применением гипохлорита натрия и биоудобрений в Казахстане ранее не использовалось.

Предлагаемая агротехнология представляет собой комплекс технологических операций по реализации производственного процесса выращивания овощей с использованием инновационной технологии методом гидропоники, применяя гипохлорит натрия и биоудобрения в тепличных условиях.

Технология обеспечивает сокращение выбросов парниковых газов в атмосферу. Биодобрения получаютс гомогенизацией навоза, подвергнутого анаэробному сбраживанию в малой установке с разделением на твердую и жидкую фракций, пригодных для использования в качестве удобрений. Применение гипохлорита натрия и биодобрений обеспечивает интенсификацию роста и развития растений, способствует повышению их сопротивляемости вирусным и грибковым заболеваниям [5].

Гипохлорит натрия также используется как средство обработки против насекомых и вредителей. Технология выращивания овощей на кокосовом субстрате, включающего посев, уход за растениями и сбор урожая, согласно запатентованному изобретению, осуществляется следующим образом:

1) Перед посевом семена обеззараживаются обработкой раствором гипохлорита натрия и биодобрений против грибковых и вирусных болезней и корневых гнилей;

2) Выращивание овощей производится на гидропонных установках в теплице блочного типа, с пролетом 6,4 м, оснащенной специальной автоматизированной системой управления микроклиматом с заданной программой;

3) Гидропонная установка включает короб, изготовленный из оцинкованного стального листа и установленный на оптимальной высоте 0,5 м от уровня земли. Каждый короб имеет длину 2,8 м и ширину 0,3 м, оснащен с обеих сторон дренажными каналами для отвода излишних вод. Также в него снизу вмонтирована полиэтиленовая труба, предназначенная для охлаждения и подогрева;

4) Рассаду устанавливают в прорези емкости с субстратом, установленной над коробом. При этом к каждому растению от магистрального трубопровода индивидуально подведена трубка с капельницей, снабжающая его водой, гипохлоритом натрия и биодобрением;

5) Периодически проверяется рН раствора и регулируется его концентрация. Зимой используют питательный раствор с половинной концентрацией, а также уменьшают расход воды до минимума;

6) Отдельно размещен растворный узел с дифференцированным регулированием концентрации и кислотности рабочего раствора гипохлорита натрия и биодобрения;

7) Норма раствора для каждой рассады определена в 0,12 л/час;

8) Количество оборотов посева составляет до 3 раз в год.



Рис. Томаты, выращенные с использованием биодобрений и гидрохлорита натрия

Растение перед высадкой должно обладать следующими характеристиками:

- под первой цветочной кистью должно быть 7-9 листьев;
- цветочная кисть должна быть правильной формы и иметь короткую цветоножку;
- цветочная кисть должна быть обращена к низу;
- междоузлия должны быть правильно расположены (средняя длина – 5 см, в зависимости от сорта);
- стебель растения не должен быть слишком толстым, но и не тонким.

Когда растения высаживают в теплице, генеративное развитие следует стимулировать путем недопущения слишком быстрого прорастания корней рассады в подлежащую почву или плиту из субстрата из верблюжей колючки и биоудобрений. Если у растения разовьется слишком мощная корневая система, это значительно затруднит применение корректирующих мер и возможность регулирования роста растений.

Усиления генеративного развития добиваются тем, что сначала ограничивают норму полива на этой стадии. Это повысит энергетическую систему (ЭС) и вызовет «генеративную реакцию» растений. Поэтому необходимо внимательно следить за уровнем ЭС в плите из минеральной ваты (макс. 4-6 мс/см) и массой растения.

Во время цветения, второй или третьей кисти растения можно поместить на плиту из минеральной ваты. Дается возможность растению пускать корни в плиту в течение нескольких дней, а затем поддерживают плиту в относительно сухом состоянии. Это заставит корни «искать» воду, и у растений разовьется хорошая корневая система. Ввиду того что у томатов выражен вегетативный характер роста, их рост следует регулировать путем поддержания относительно высокой ЭС в плите.

Использование предлагаемого способа малообъемного выращивания на субстрате из верблюжей колючки позволяет:

- расширить возможности тепличных хозяйств в использовании беспочвенной технологии для культивирования растений в теплице в регионах, где отсутствуют субстраты;
- повысить эффективность производства за счет использования дешевого субстрата.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кошман, К.К. Малообъемные технологии в Казахстане [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.teplica.kz/articles16.php> (25.04.2013).
2. Токтамысов, А.М. Ресурсосберегающая технология выращивания овощных культур в защищенном грунте в условиях Кызылординской области [Текст] / А.М. Токтамысов, Э.Б. Дямуршаева [и др.] // Сб.тр. междунар. конф. «Research Journal of International Studies XVII». – Екатеринбург, 2013. – С.109-110.
3. Луценко, Н.Е. Перспективы выращивания томатов в закрытом грунте по технологии малообъемной гидропоники [Текст] / Н.Е. Луценко. – Краснодар: КубГАУ, 2002. – С. 22-28.
4. Дямуршаева, Э.Б. Использование отходов рисопререрабатывающей промышленности в качестве субстрата для выращивания томатов в теплице [Текст] / Э.Б. Дямуршаева [и др.] // Сб.тр. II междунар. конф. «Инновационные разработки молодых ученых – развитию агропромышленного комплекса» – Ставрополь, 2013. – С.62-69.

5. Способ выращивания овощей на гидропонных установках с применением гипохлорита натрия и биоудобрений в тепличных условиях [Текст] / [?]. Инновационный патент РК №29738 от 17.03.2015. – Астана, 2015.

*Материал поступил в редакцию 31.01.17.*

**Х.И. Турсунбаев, К.К. Мусабеков, Н.Н. Хожанов, Л.Н. Халдарбекова**

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

### **БИОТЫҢАЙТҚЫШТАР МЕН НАТРИЙ ГИПОХЛОРИТІН ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП ТОМАТ ӨСІРУДІҢ ҚАРҚЫНДЫ ТЕХНОЛОГИЯСЫ**

Мақалада биотыңайтқыштар мен натрий гипохлоритін пайдалана отырып көкөністер өсіру үшін гидропоника әдісін қолдануды талдау нәтижелері келтірілген.

**Түйін сөздер:** жылыжай, гидропоника, өсіру, қарқынды технология, оңтайлы қатты материал (субстрат), өнім.

**K.N. Tursunbaev, K.K. Musabekov, N.N. Khozhanov, L.N. Haldarbekova**

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

### **INTENSIVE TECHNOLOGY OF GROWING TOMATOES USING BIOFERTILIZERS AND SODIUM HYPOCHLORITE**

The article presents an analysis of the application of the hydroponics method for growing vegetables using biofertilizers and sodium hypochlorite.

**Keywords:** greenhouse, hydroponics, cultivation, intensive technology, substrate, products.

ӘОЖ 631.6

**Ә.С. Сейітқазиев<sup>1</sup>, Х.И. Турсунбаев<sup>2</sup>, Н.Н. Хожанов<sup>3</sup>, Қ.Ә. Естаев<sup>3</sup>**

*<sup>1</sup>Техн. ғылымд. д-ры, <sup>2</sup>Аға оқытушы, <sup>3</sup>Ауылшаруашылығы ғылымд. канд.  
М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан*

### **ТАМШЫЛАТЫП СУҒАРУ ӘДІСТЕРІНДЕ ПАЙДАЛАНЫЛАТЫН ТЕХНОЛОГИЯНЫҢ ТИІМДІЛІГІ**

Жоғары санитарлық-гигиеналық, экологиялық талаптарға сәйкестігінен, құрылыс технологияларының дамып, жетілгендігін ескеріп, топырақ астындағы құбыр жүйелері тәсілінің тиімді инновациялық технология әдістері қарастырылды.

**Түйін сөздер:** экология, инновациялық технология, топырақ астынан суғару, тамшылатып суғару, дымқылдану ауданы.



Қазіргі таңда, су тапшылығы күннен-күнге көбейіп, өршіп келе жатқан кезеңде және пластикалық құбырлардың салыстырмалы бағасының төмендігінен, қажетті көлемде жергілікті Қазақстандық кәсіпорындар жасап шығаратындығынан, оның жоғары санитарлық-гигиеналық, экологиялық талаптарға сәйкестігінен, құрылыс технологияларының дамып, жетілгендігін ескере отырып, топырақ астындағы құбыр жүйелері (ТАҚЖ) тәсілінің тиімді инновациялық технология болатындығы жұмыстың өзектілігін көрсетеді.

Орталық және Оңтүстік Қазақстандағы суғармалы аумақтарының топырағының экологиясын, суландырылатын және коллекторлы-кәріздік жүйелерінің қазіргі уақыттағы жағдайларын талдағанымызда, іс жүзінде қолданыстағы суландырылатын экожүйелер, суғару әдістері мен технологиялар экологиялық-мелиоративтік жағдайды жақсартып алмайтындығы белгілі болып отыр [1].

Жоғарыдағы жағдайды жақсарту үшін қазір республикамызда ауыл шаруашылығы мекемелері мен фермерлер тамшылатып суғару тәсілін қолданып, агротехникалық жұмыстарды жүргізуде. Бірақ, тамшылатып суғару тәсілінде құбырлар жүйесі және желілері түгелімен танап бетінде ашық түрде орналасып, агротехникалық жұмыстар жүргізгенде, өзіндік қиыншылықтар туындайды. Себебі, әртүрлі деңгейдегі құбыр жүйелері суғару кезеңі басталар алдында егістік алаңына, жердің бетіне орналастырылып, жұмысқа қосылады. Ал суғару кезеңі аяқталысымен, олар қайтадан жинап алынады, бұл жұмыстарға қосымша уақыт және жұмысшы күші мен техниканы қажет етеді.

Осыған байланысты өсімдіктердің биологиялық талаптарын толығымен қанағаттандыратын, есепті топырақ қабатында үйлесімді су тәртібін жасайтын, гравитациялық сулардың пайда болуына жол бермейтін, берілген судың өнімсіз инфильтрациялық (сіңірілген су) шығынын болдыртпайтын, суды таратудың жаңа инновациялық тәсілдеріне зерттеу жүргізілді.

Мұндай тәсілдердің біріне тамшылатып суғарудағы инновациялық әдіс, суды құбырлар арқылы, топырақ арасынан өтізіп, біркелкі, үнемі, үнемі, аз мөлшерде үздіксіз тарататын суландыру жүйелері жатындығын анықтадық.

Бұл әдісте танап бетіне шығып тұратын элементтері болмайтын, ал суғармалы құбырлардың бүкіл желісі жер бетінен 0,4...0,6 м тереңдікте тұрақты түрде орналасатын топырақ астынан өтетін құбыр жүйелерін (ТАҚЖ) қарастырып талқылаймыз. ТАҚЖ бірнеше әдістерден тұрады: ылғалдағыш - құбырлар көмегімен, тышқан ініндей жыра тәріздес кәрізбен, машиналық тәсіл және жерасты суларының деңгейін реттеу арқылы жүзеге асады. Келтірілген әдістерден инновациялық тәсіл топырақ астынан ылғалдағыш - құбырлар арқылы суландыру және жер асты суларының деңгейін реттеу амалдары болып табылды [2]. ТАҚЖ су жеткізудегі жұмысшы қысымы бойынша мына түрлерге бөлінеді [2]:

- қысымсыз - өздігінен ағатын;
- төменгі қысымды (1...1,5 м);
- қысымды, 2 м көбірек;
- адсорбциялық (вакуумды).

Іс жүзінде суғармалы егістікте әдістің қысымды және вакуумды түрлері қолданылады, ал бірінші және екінші түрлері – ғылыми-өндірістік тексерулерден өтуде. ТАҚЖ жүйесінің, жер бетімен және жаңбырлатып суғаруларға қарағанда бірқатар артықшылықтары бар [2-5].

Ауыл шаруашылық дақылдарды ТАҚЖ-нің алғашқы зерттеулері ХІХ ғасырдың ортасында басталып, ХХ ғасырда өндіріске енгізілген, дегенмен

үлкен алқаптарға таралып, кең көлемде қолданыс таппады. Оның себебі – құрылысы үшін қомақты қаржының талап етті.

Сонымен бұл әдісте пластикалық құбырларды пайдалану тәжірибесі АҚШ 1963 жылы Массачусетс және Техас штаттарында жүргізіліп, жер бетімен суғару тәсіліне қарағанда, танап бетінен өнімсіз булану мен есепті қабаттан төмен сіңіп кететін су шығындары 42% азаятындығы дәлелденген. Осындай жұмыстар Өзбекстанда, Әзірбайжанда, Тәжікстанда, Грузияда, Украинада жүргізілді. Алғышқы рет ГрузНИИГиМ-нің тәжірибелік-мелиоративтік «Самгор» телімінде ылғалдандырғыш құбыр ретінде жасанды саңылауы бар диаметрі 8-50 мм пластикалық құбырлар қолданылған еді. 1970 жылдан бастап Өзбекстанның Жалаңаш дала жерінде, жеті жыл ішінде 150 гектар алқапта жүйелері салынып, өндірістік тәжірибелер жүргізілген. 1982 жылдан бастап Ресейдің Еуропа бөлігінде ірі қара малдың шайынды суларын пластикалық құбырлардан тұратын суғару желілермен таратып, кең көлемде зерттеулер жүргізілген. 1988-1989 жылдары Қырымда 26-30 жылдық жүзімдіктерде пластикалық құбырлардан құралған әдістің жүйелерін 0,5-0,7 м тереңдікке орналастырып, өндірістік тәжірибелер жасалды. ТАҚЖ тәсілін қолданғанда, жүзімдіктің өнімділігі 196 ц/га жетіп, ал жер бетімен жүйек арқылы суғарғанда - 112 ц/га аспады. Яғни, өнімділігі 57% төмен болды. Суғару мөлшерінің көлемі 2808 және 3227 м<sup>3</sup>/га құрап, есептегенде су пайдалану мөлшері 15% артық болды. ТАҚЖ тәсілінде 1 ц жүзім өнімін алу үшін 14,2 м<sup>3</sup> су қажет болған болса, жер бетімен жүйекпен суғарғанда 28,3 м<sup>3</sup>/ц су жұмсалынды, яғни соңғы тәсілде екі есе су көп шығындалды.

Иран мемлекетінде жүгері алқабын ТАҚЖ тәсілімен суғарғанда оның өнімділігі 104,4 ц/га жетті, ал жер бетімен суғарғанда, өнімділігі 62,2 ц/га тең болып, су мөлшері соңғысында 25-50% артық жұмсалды.

Волгоград облысында (1978 ж.) ТАҚЖ тәсілін, жаңбырлатып суғарумен салыстырғанда сүрлемдік жүгерінің өнімділігі 424,7 ц/га (297%); картоп – 159,2 ц/га (242,9%); сәбіз – 174,2 ц/га (210%) құрады.

Жоғарыдағы келтірілген мәліметтер ТАҚЖ инновациялық тәсілі, жер бетімен және жаңбырлатып суғару тәсілдерімен бәсекеге түсе алатындығын анық көрсетті. Сол себепті бұл тәсілді суғармалы егішшілікке енгізу жолдарын жан-жақты қарастырып, әсіресе дақылдардың өніп-өсу кезеңінде су тапшылығы жиі сезіліп отыратын Қазақстанның оңтүстік өңірлерінде кеңінен тарату керек. Қолымыздағы ақпараттардан белгілі болғаны, Қазақстанда осы уақытқа дейін ТАҚЖ тәсілі негізінде өндірістік тәжірибелер мен зертханалық ғылыми-зерттеу жұмыстары тек Қазақ су шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтында (ҚазСШҒЗИ) ғана жүргізілген [2].

Зерттеулер нәтижесінде Қазақстанның оңтүстік өңірлеріндегі суғармалы егістіктерге қажетті, ластанбаған салыстырмалы таза тұщы су тапшылығының жылдан-жылға өсіп келе жатқанын ескеріп, ирригациялық экожүйелерінің техникалық жағдайын үйреніп, басқа елдердің тәжірибесін ескеріп, жаңа гидромелиоративтік жүйелерге қойылатын талаптарды негізге алып, өсімдіктердің суға деген қажеттілігін толығымен қанағаттандыру үшін, суды танап бойынша тармақты жүйелермен біркелкі бөліп, аз мөлшерде үздіксіз, тапшылықсыз, белгілі уақыт аралығында беруге сай келетін тәсіл ТАҚЖ екендігі анықталды.

Бұл тәсіл су мен қоректік заттарды топырақ ішінде орналасқан арнайы саңылауы бар ылғалдандырғыш құбырлар арқылы, өсімдіктердің тамырлары орналасқан қабатты қажетті мөлшерде, үздіксіз қамтамасыз етіп, автоматты түрде суғармалы егістіктің экология-мелиоративтік қауіпсіздігін көп жылдар бойы сақтайды.

Қазіргі қолданыстағы ТАҚЖ тәсілдерінде, суғармалы суды танапқа сорғының көмегімен (электр қуатын немесе жанар-жағар майларды тұтыну арқылы) әр кезең сайын беріліп тұрады. Яғни, есепті топырақ қабатындағы ылғал мөлшерінің деңгейі 70...75% түскенде, оның капиллярлы қаныққан ылғалдылығының мәні 100% көтерілгенше (3...24 сағаттар аралығында), бір гектарға шаққанда - 800...1500 текше метр көлемінде беріледі. Келесі суғару мерзімі, есепті топырақ қабатының ылғалдылығы 70...75% жақындағанда, қайтадан жүргізіледі. Осылайша, суғармалы егістікке дақылдардың өніп-өсу кезеңінде 3...6 мәрте су берілуі мүмкін. Қолданыстағы ТАҚЖ әдісін пайдаланып, суғармалы егістікте суды сорғының көмегімен жеткізе берсе, нарықтық экономика жағдайында, өндірілген ауыл шаруашылық өнімінің өзіндік құнының ұлғаюына алып келеді. Сол себептен қуат көздерінің қымбаттығы мен суғармалы суларды ақылы төлем негізінде жіберілетінін ескере отырып, ұсынылып отырған ТАҚЖ жүйесінде, суғармалы сулар үлгілік учаскелерге танаптың еңкіштігінің әсерінен, өзінше сақтаушы ыдысқа дейін ағып келеді. Орнатылған құбырлар арқылы қысымсыз топырақтың есепті қабатына үздіксіз, қажетті мөлшерде сумен қоса, құнарлы қоректік элементтер де жеткілікті түрде, топырақтың сору күшінің әсерінен, үздіксіз қамтамасыз етіледі. Ұсынылып отырған ТАҚЖ жүйесіндегі біздің әдістің мәні, топырақтың капиллярлы ылғалдылығының мөлшері 60%-дан 100%-ға өзгергенде, ондағы жаңғырғыш табиғи күштердің мәндік көрсеткіші 0,2-0,3 м аралығында өзгереді [5]. Міне, сол сору күштерінің көмегімен есепті топырақ қабатын автоматты түрде жер бетінен 0,4-0,6 м тереңдікте орналасатын ылғалдағыш құбырлар арқылы үздіксіз, қажетті деңгейде ылғалмен, яғни өсімдіктердің (белгілі уақыт аралығында) бойынан фотосинтезге жұмсалған су мөлшеріне сәйкес мөлшердегі сумен, жеткілікті қамтамасыз етіліп отырады. Бұл ТАҚЖ жүйесі ақылы қуат көздерін пайдаланбастан, танаптың өз көлбеулігінің әсерінен, жабық жүйелер арқылы суғармалы су сақтағыш ыдыстарға келіп құйылып, ары қарай топырақтың жаңғырғыш адсорбциялық сору күштерінің әсерінен, есепті қабаттарға (саңылаулы ылғалдағыш арқылы) қажетінше үздіксіз ылғал түрінде беріліп, өсімдіктің биологиялық қажеттілігін толығымен қанағаттандырып отырады.

Адсорбциялы өздігінен ағатын ТАҚЖ жүйесі жаңа гидромелиоративтік жүйелерді құрарда сақталатын талаптардың ішінде – топырақты ылғалмен қажетті мөлшерде, жеткілікті қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Адсорбциялы суды үздіксіз, аз мөлшерде сорғыш ТАҚЖ жүйесінің тәжірибелік үлгісі Қазақстанда не ТМД елдерінде де әлі жан-жақты зерттеулерден өткізілмеген. Алғаш рет Қазақстан жағдайында, ТАҚЖ жүйесінің құрылысын жүргізу тәжірибесі жинақталып, оны пайдаланудың ғылыми-өндірістік нәтижелері алынды. Әдетте жерден орлар жасау жұмыстарының көлемі, ТАҚЖ жүйелерін орналастыру жоспарының үлгісі мен жер астында орналасатын пластикалық құбырлардың тереңдігіне байланысты. Алып келгіш, бөлгіш және учаскелік (таратқыш) құбырларды орналастырып, ылғалдағыш түтіктердің арақашықтығы 1,0 м болған жағдайда, оған қажетті құбырлардың орташа ұзындығы 7300 м/га құрады.

ТАҚЖ жүйелері жер бетінен 40-60 см тереңдікте жатқанымен, іс жүзінде орларды 65-70 см дейін қазып құбырларды орларға салар алдында, оның табанына қажетті деңгейге дейін топырақтарды қолдан салып, су ағатын бағытқа қарай қажетті көлбеулік (0,0025-0,003) жасап барып жайғастырдық. Ылғалдағыш құбырлардың ішкі диаметрі  $d=20$  мм, ал алып келгіштердікі  $d=50$  мм болуы қажет. ТАҚЖ жүйесіндегі жинақтағыш

ыдыстың ішіндегі судың деңгейін, бөлгіш құбырдың ернеуінен бірқалыпты жоғары деңгейде ұстап тұратын, арнайы қалтқы қондырғымен жабдықталды. Ол жабық жүйелерге сырттан ауаны енгізбей, оның автоматты түрде үздіксіз жұмыс жасауына мүмкіндік жасады.

Барлық зерттеуге тартылған танаптық нұсқаларға бірдей мөлшерде минералды тыңайтқыш (аммиак селитрасы) берілді, бір гектарға шаққанда 300 кг/га. Топырақтың су режимдерінің қалыптасу заңдылықтарын зерттеу үшін барлық танаптық нұсқаларда суғару мөлшерлерін, бос сулардың төменгі қабаттарға сіңетін шығындарының мөлшерін, танаптан ластандыратын қалдық судың шығынын және есепті қабаттағы ылғалдар қорларының өзгеруін анықтап отырдық. Экономиялық көрсеткішке қатысты элементтерді анықтау үшін көпшілікке белгілі әдістемелер қолданылды.

Тамшылатып суғаруда топырақтың ылғалдану қалыңдығы, топырақ бетіндегі ылғалдандырылатын жердің таралуымен және ылғалдану сұлбасының тереңлігімен айқындалады. Бұл құбылыс топырақтың сулы-физикалық қасиеттеріне, суғару алдындағы ылғалдылығына, суғару ұзақтығына және булану қарқынына байланысты өзгереді [4-6].

Тамшылатып суғаруда айырықша атап өтетін экологиялық-мелиоративтік жағдай: суғару кезінде су өсімдік тамырларына нақты мөлшермен, әрі бірқалыпты беріледі, тамыр жүйесінің тыныс алуына кедергі келтірмейді, топырақтың артық ылғалдануына, керісінше, құрғап кетуіне жол бермейді. Атап айтсақ, тамшылатып суғару жүйек алдындағы кеңістікті құрғақ қалдырады: суғару кезінде өсімдіктерді аралап көруге ыңғайлы. Ең тиімділігі жер бетімен суғаруда 30-40% жететін ысырабы болмайды. Судың өсімдік тамырлары жайылған топырақ қабатынан төмен және жайылып кету жағдайлары шектен аспайды. Жер бетіндегі ағынның болмауы топырақ бетінде, тамшылатып суғару кезіндегі үрдіс топырақтың құнарлығын төмендетіп, бұзылуына ықпал етеді де суландыру арқылы топырақтың тозуын болдырмайды [5-6].

Тамшылатып суғару технологиясы бойынша судың берілу тәртібі дақылдардың суды қажетсіну мен суғару техникасына сәйкес келеді. Судың берілу тәртібі суландыру кезеңіндегі суғару мөлшеріне, мерзіміне және суғарудың ұзақтығына, сондай-ақ, дымқылдану аймағына, су ағынына, тамшылатқыштар санына, олардың орналасу үлгісіне және топырақтың сулы-физикалық қасиеттеріне тікелей байланысты болады. Суғару мөлшері (m) төмендегідей формуламен анықталады [7]:

$$m = 100 \gamma h G_{\text{нт}} (W_{\text{етыс}} - W_6) , \quad (1)$$

мұндағы:  $\gamma$  – топырақтың тығыздығы, т/м<sup>3</sup>; h – топырақтың есептеу тереңдігі, м;  $G_{\text{нт}}$  – дымқылдандыру ауданы, м<sup>2</sup>;  $W_{\text{етыс}}$  – топырақтың ең төменгі ылғал сыйымдылығы, %;  $W_6$  – топырақтың суғару алдындағы ылғалдылығы.

(1) формула топырақтың нақты дымқылдану ауданын көрсетіп отыр. Әрине, осы ауданға сәйкес алынған ылғалдықтардың мөлшері де дәлдікті талап етеді.

Ең аз мәнді суландыру мөлшері 3600 м<sup>3</sup>/га, ал ұсынылып отырған әдісте су топырақ астынан капиллярлы түрде берілгендіктен, төменгі қабаттарға ығысатын гравитациялық ылғалдар шығындарына жол берілмеген. Дақылдардың өніп-өсу кезеңінде жоғарғы 0...20 см топырақ қабаты ауалы-құрғақ жағдайда болғандықтан, ол қабаттан булануға жұмысалынатын ылғал шығындары өте төменгі деңгейге дейін азайып, есепті

20...60 см қабаттағы ылғалдар, көпшілігінде өсіріліп отырған өсімдіктер бойынан транспирацияға (өсімдік бойымен булануға) жұмсалады. Төменгі және жоғарғы қабаттарға шығындалынатын ылғалдар мөлшері аз деңгейге дейін азайып, өнімсіз ысыраптарға шектеулер қойылғандықтан, суғару мөлшері танаптағы тәсілдер ішінде адсорбциялы ТАҚЖ жүйесінде ең аз деңгейде қалыптасты. Жер бетімен және майда тамшылы жанбырлату тәсілдерінде, суғару мөлшері 8500 және 8880 м<sup>3</sup>/га құрады, бұл адсорбциялы ТАҚЖ жүйесімен салыстырғанда 4900 және 5280 м<sup>3</sup>/га көп, ал өнімділігі 20 және 15 т/га кем болды. Жоғарыдағы келтірілген мәліметтерден түйгеніміз, адсорбциялы ТАҚЖ тәсілінде суғармалы суды үздіксіз, аз мөлшерде капиллярлы ылғал түрінде бергендіктен, дақылдардың өніп-өсу кезеңінде, есепті топырақ қабатының ылғалдығы күрт өзгерістерге ұшырамайды. Өсімдіктер жеткілікті деңгейде сумен қамтамасыз етіліп, өнімсіз су шығындарына жол берілмей, олармен бірге қоректік заттардың төменгі қабаттарға ығысып, жоғалуына шек қойылады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Джаманбаев, Б.С. Энергоресурсоводосберегающая и почвозащитная внутрпочвенная оросительная система [Текст] / Б.С. Джаманбаев // Водное хозяйство России. – 2007,. – № 3. – С. 33-44.
2. Скобельцин, Ю.А. Внутрпочвенное орошение сельскохозяйственных культур [Текст] / Ю.А. Скобельцин, А.Д. Гумбаров, С.А. Дубинин. – Краснодар: КСХИ, 1988. – 98 с.
3. Изучение внутрпочвенного орошения природными сточными водами и животноводческими стоками /Под общ. ред. Д.П. Гостищева. – М.: ВАСХНИЛ. – 134 с.
4. Хамраев, Н.Р. Опыт строительства систем внутрпочвенного орошения [Текст] / Н.Р. Хамраев. – М.: Колос, [?]. – 715 с.
5. Исабай, С.И. Суғару мелиорациялары [Мәтін] / С.И. Исабай, Ж.С. Мұстафаев, Қ.Қ. Мұсабеков, Н.Б. Избасов, Ә.Т. Қозыкеева, Д.М. Нұрабаев. – Тараз, 2013. – 416 б.
6. Деградации и охрана почв [Текст] // Под ред. Г.В. Добровольского. – М., 2002. – 654с.
7. Справочник мелиорация и водное хозяйство. Орошение [Текст] // Под ред. Б.Б. Шумакова. – М., 1990. – 415 с.

*Материал редакцияға 13.03.17 түсті.*

**А.С. Сейтказиев, Х.И. Турсунбаев, Н.Н. Хожанов, К.А. Естаев**

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

#### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ**

Рассмотрены с учетом санитарно-гигиенических и экологических требований, а также совершенствования инновационных технологий при использовании подпочвенных трубчатых систем орошения.

**Ключевые слова:** экология, инновационная технология, подпочвенное орошение, капельное орошение, площадь увлажнения.

A.S. Seytkaziyev, Kh.I. Tursunbayev, N.N. Khozhanov, K.A. Yestayev

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

### EFFICIENCY OF TECHNOLOGY USED IN DRY IRRIGATION

The sub-tubular irrigation systems in point of sanitary-hygienic and ecological requirements view, as well as improving innovative technologies are considered.

**Keywords:** ecology, innovative technology, subsoil irrigation, drip irrigation, wetting area.

ӨОЖ 631.4:631.6

Ә.С. Сейітқазиев<sup>1</sup>, Д.М. Нұрабаев<sup>2</sup>, Қ.Ә. Естаев<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Техн. ғылымд. д-ры, <sup>2</sup>Техн. ғылымд. канд., <sup>3</sup>Ауылшаруашылығы ғылымд. канд.  
М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

### МЕЛИОРАЦИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙДАҒЫ ТОПЫРАҚ КЕУЕКТІЛІКТЕРІН АНЫҚТАУ

Далалық монолиттік және зертханалық зерттеулер негізінде алынған әртүрлі топырақ кеуектіліктеріне жасалған талдау нәтижелері келтірілген. Тұзданған жерлердегі экологиялық-мелиоративтік және агротехникалық шаралар қарастырылған.

**Түйінді сөздер:** минералданған су, тиімділік, кеуектілік, мелиоративтік шаралар, хлорлы-сульфатты тұздану, жылу сыйымдылығы, ыза суы.

Көп жылдық зерттеулерден және өндірістік тәжірибелерден белгілі болғаны, мәдени өсімдіктер білінбейтін белгілерінен 10-12 г/л минералданған суды пайдалануы арқылы жойылуы мүмкін [1-2]. Барлық суғармалы жобаланатын жерлерді алатын аумақтағы ыза суының минералдылығы 1,5-4 г/л және сулы қабаттың қалыңдығы 2,5-30 м дейін жетеді. Суғару үшін кәріздік және қашыртқы сулардың жарамдылығын мынадай жолмен анықтауға болады. Мәселен, барлық кәріздер аралығын тұздар қорының көп мөлшерде сор алып жатыр (тұзды зерттеу мәліметтері бойынша) [2]. Жер бетінен 2 м аралықта әртүрлі тұздардың химиялық құрамына байланысты есептеуіміз бойынша, мәселен: хлорлы тұзда – 84-420 т/га, ал сульфатты-хлорлы тұзда – 100-572 т/га, хлорлы-сульфатта – 116-667 т/га, сульфаттыда – 147-647 т/га тұздың қоры орналасқан. Ендеше, сор топырақтан оны игеру үшін кем дегенде 50-75% тұзды ығыстырып шығару қажет. Бұл тұздарды ығыстырып шығару үшін, тұздың қайтару зерттеулерінің нәтижелері көрсеткендей, бұған шамамен 4-8 мың м<sup>3</sup>/га шаю мөлшері керек. Сонымен қатар, мұндағы ыза суымызда минералдылығының жоғарғы концентрациясы бар, мәселен 1,8-6,5 г/л. Сулы қабаттың ең төменгі қалыңдығы (2,0 м) және орташа тиімді кеуектілігі 35-39% болса, онда ыза суының қоры мынаған тең:  $2,0 \text{ м} \times 10000 \text{ м}^2 \times 0,38 = 7600 \text{ м}^3/\text{га}$ ; ал ыза суындағы тұздың қоры мынаны

құрайды:  $7600 \times 1,8 \text{ кг/м}^3 = 13680 \text{ кг/га} = 13,68 \text{ т/га}$ . Шаю суы мен ыза суын араластырғанда, судың орташа мүмкін минералдылығы ( $C_m$ ) келесідей [1-3]:

$$C_m = S_k + S_{\text{ысд}} / W_{\text{ысд}} + N_{\text{бр}}, \quad (1)$$

Олай болса, белгілі бағалау деңгейі (шкаласы) бойынша, кәрізді судың мынадай минералдылықта егісті суғару үшін пайдаланылса, өнімнің шамамен 10-20% жоғалатындығын В.Ф. Сафонов көрсетеді [1,4]. Егер минералдылығы 5 г/л-ден төмен, сонымен қатар саяз жер қабатында, аз мөлшердегі тұздануда, болжамдық кәріздегі су концентрациясы жоғары болады.

Орташа есеп-санақтық мәліметтердегі есептеулерде мелиоративтік жұмыстың соңында кәріз суының минералдылығы шамамен 3-4 г/л құрайды.

Шаю суы мен ыза суы араласқанда, судың орташа минералдылығы (1) формуласы бойынша анықталады:  $C_m = 3,8 \text{ кг/м}^3 = 3,8 \text{ г/л}$ .

Бұл мәліметтен білетініміз, кәріздік сумен егістікті суғаруға толық мүмкіндік бар. Өйткені, жалпы алатын өнімнің 5-10% ғана жиылады. Ал игерілмей жатқан жерлермен тұзға төзімді дақылдардың табиғаттағы өзіндік ерекшеліктерін ескерсек, қолайлы мелиоративтік шаралардан кәріз суын толық қолдануға болады [3-6].

Кәріз суларын егістікке, тұзданған жерлерді шаюға, тұзға төзімді дақылдар танабында қолдану үшін ең алдымен бастапқы және мүмкін болатын тұз мөлшерін, ыза суының орналасу тереңдігін, топырақтың механикалық құрамын, кәріз суының жоғарғы, төменгі концентрацияларын, жер көлемін білуіміз керек.

## Кесте 1

### Мелиоративтік шарадан кейінгі мүмкін болатын минералдылық

Тұздың түрі	Тұздануы, т/га		Шаю мөлшері, $N_{\text{нт}}$ , $\text{м}^3/\text{га}$	Ыза суының тереңдігі, $h$ , м	Өтімді кеуектілік, $\rho$	Бастапқы минералдылық, $C_b$ , г/л	Ыза суындағы көлем, $W_{\text{ысд}}$ , $\text{м}^3/\text{га}$	Ыза суындағы тұз, $S_{\text{ысд}}$ , т/га	Мүмкін болатын минералдылық, $C_m$ , г/л
	$S_b$	$S_c$							
Хлорлы	84	50	4000	2	0.38	1.8	7600	13.7	3.8
	140	70	5000	2	0.38	3	7600	22.8	6.8
	224	90	6000	2	0.38	5	7600	38	11.8
	420	126	8000	2	0.38	7	7600	53.2	21
Сульфатты-хлорлы	100	55	4000	2	0.39	1.5	7800	11.7	4.43
	172	79	5000	2	0.39	2	7800	15.6	7.9
	343	130	6000	2	0.39	4	7800	31.2	16.5
	572	206	8000	2	0.39	6	7800	46.8	24.6
Хлорлы-сульфатты	116	61	4000	2	0.37	1.6	7400	11.84	5.4
	232	97	5000	2	0.37	2.4	7400	17.8	11.4
	435	152	6000	2	0.37	5.3	7400	39.2	22.4
	667	220	8000	2	0.37	6.5	7400	48.1	30.1
Сульфатты	147	70	4000	2	0.35	1.7	7000	11.9	7.41
	294	118	5000	2	0.35	2.3	7000	16.1	14.8
	441	141	6000	2	0.35	3.5	7000	24.5	23.2
	647	194	8000	2	0.35	6.2	7000	43.4	31

**Ескерту.** 1-кестедегі белгілеулердің аталуы:  $S_b$  – бастапқы тұздану;  $S_c$  – мүмкін болатын соңғы тұздану;  $N_{\text{нт}}$  – тұзданудың дәрежесіне сай берілген нетто шаю мөлшері;  $h$  – ыза суының ең жақын орналасқан деңгейі;  $\rho$  – ыза суы деңгейі аралығындағы орташа тиімді кеуектілік;  $C_b$  – улы тұздардың топырақ ерітіндісіндегі тұздану дәрежесіне сай құрамы;  $W_{\text{ысд}}$  – ыза суының қоры;  $S$  – ыза суындағы тұздың қоры;  $C_m$  – шаю суы мен ыза суы қосылғандағы, судағы мүмкін болатын орташа минералдылығы.

1-кестеде көрсетілген мәліметтерді жүйелі тұрғыда талдасак: топырақтың құрамында әртүрлі тұздар кездескенде, белгілі, жоспарлы түрде жүргізілген мелиоративтік шаралардан кейін, ыза суы деңгейіндегі минералдылықтың мөлшерін нақты біле отырып, егіс алқаптарындағы кәрізді-коллекторлы желінің қаншалықты жұмыс істейтінін және мұндағы мүмкін болатын минералдылық алынатын өнімге тікелей әсер ететінін білуімізге толық мүмкін болады.

Жоғарыдағы есептеулерде байқағанымыз топырақ құрамында кеуектіліктің әртүрлі шамасын келтіруге болады. Жалпы кеуектіліктің мәні табиғатта (0,3-0,9 үлеспен) кездеседі. Көбіне зерттеу мақсатында топырақ құрамындағы жылу тасымалдау жағдайын есептеу экологиялық мәселелерді шешуде маңызды орын алады.

Топырақтың жылу тасымалдау жағдайында тиімді кеуектілікті төмендегі өрнекпен анықтаймыз [7]:

$$n_m = n_a + (1 - n_a) \cdot C_{ск} \cdot \gamma_{тк} / C_c \cdot \gamma \quad (2)$$

мұндағы:  $C_{ск}$  – жыныс қаңқасының жылу сыйымдылығы, Дж/к(ккал\*°C);  $C_c$  – судың жылу сыйымдылығы, Дж/к(ккал\*°C);  $\gamma_{тк}$  және  $\gamma$  – жыныс қаңқасының және судың тығыздығы, т/м<sup>3</sup>.

Топырақ қаңқасының тығыздығы төмендегі өрнекпен анықталады [7]:

$$\gamma_{тк} = \gamma / (1 + W) \quad (3)$$

Мәселен,  $\gamma_{тк} = \gamma / (1 + W) = 1.4 / (1 + 0.15) = 1.22 \text{ т/м}^3$ ; ал,  $C_{ск}$  – жыныс қаңқасының жылу сыйымдылығы шамамен 0.5-1.5 Дж/к(ккал\*°C) аралығында болады;  $C_c$  – судың жылу сыйымдылығы, 4,187 Дж/кг. кал. тең; олай болса, алынған мәліметтерді көрсетілген өрнекке қойсақ, алатынымыз:

$$n_m = 0.42 + (1 - 0.42) \cdot 1.4 \cdot 1.22 / 4.2 \cdot 1.0 = 0.656;$$

Мысалда көрсетілген мәліметтер негізінде тұзданған сұрғылтты-шалғынды топырақ үшін тиімді кеуектілік есептеулерін 2-кесте түрінде береміз.

Кесте 2

## Тиімді кеуектілікті анықтау

Топырақтың механикалық құрамы	Кеуектілік, К, %	Өтімді кеуектілік, Кө, %	Ылғалдылық		Жыныс қаңқаларының жылу сыйымдылығы, $C_{ск}$ Дж/°К (ккал/кг*°C)	Жылу сыйымдылығы, $C_c$ Дж/°К (ккал/кг °C)	Жыныс қаңқасының тығыздығы, $\gamma_n$ т/м <sup>3</sup> (кг/см <sup>3</sup> )	Судың тығыздығы, $\gamma$ т/м <sup>3</sup> (кг/см <sup>3</sup> )	Тиімді кеуектілік, $n_t$
			Гигроскопиялық, $W_g$ , %	Қысылған, $W_k$ , %					
Құмдақ	51	43	3	5	1.18	4.2	1.35	1	0.65
Жеңіл саздақ	48	41	3	4	1.2	4.2	1.39		0.64
Орташа саздақ	45	37	4	4	1.21	4.2	1.45	1	0.64
Ауыр саздақ	43	35	5	3	1.20	4.2	1.49	1	0.63
Балшық	40	32	6	2	1.24	4.2	1.55	1	0.63



Жоғарыдағы 1-ші және 2-кестелерде далалық монолиттік және зертханалық зерттеулер негізінде алынған мәліметтерге жасалған талдау, олардың топырақты жақсартып, ол жерге қажетті мелиоративтік және агротехникалық шаралар қолдану үшін қажетті экологиялық-мелиоративтік шараларды орындауға толық мүмкіндік береді деп қорытындылауға болады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Соколенко, Э.А. Теоретические основы процессов засоления-рассоления почв [Текст] / Э.А. Соколенко, Е.Н. Зеличенко, А.А. Кавокин [и др.]. – Алма-Ата, 1981. – 296 с.
2. Сейітқазиев, Ә.С. Суғармалы геоэкожүйелердегі тұзданған топырақтың су-тұз алмасуы [Мәтін] / Ә.С. Сейітқазиев. – Тараз, 2010. – 294 б.
3. Сейтқазиев, А.С. Экологическая оценка продуктивности улучшения засоленных земель в пустынных зонах Республики Казахстан [Текст] / А.С. Сейтқазиев, С.Ж. Салыбаев, А.Е. Байзакова, К.М. Музбаева. – Тараз, 2011. – 274 с.
4. Seitkaziyeu Adeubai, Shilibek Kenzhegali, Salybaiev Satipalde, Seitkaziyeu Karlygash. The Research of the Ground Water Supply Process on Irrigated Soils at Various Flushing Technologies // *World Applied Journal* 26(9):1168-1173, 2013.
5. Сейітқазиев, Ә.С. Тұзды топырақты шаюдың экологиялық тиімді мөлшерлерін анықтау әдістері [Мәтін] / Ә.С. Сейітқазиев // *Ізденіс-поиск*. – 2008. – №2. – Б. 122-126.
6. Сейітқазиев, А.С. Моделирование водно-солевого режима на засоленных землях [Текст] / А.С. Сейітқазиев, К.Л. Буданцев // *Сб. научн. трудов*. – М., 2002. – С.72-79.
7. Справочник руководство гидрогеолога [Текст]. – М., [?]. – 256 с.

*Материал редакцияға 13.03.17 түсті.*

**А.С. Сейтқазиев, Д.М. Нурабаев, К.А. Естаев**

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

#### ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОРОЗНОСТИ ПОЧВЫ В МЕЛИОРАТИВНЫХ УСЛОВИЯХ

Представлены результаты анализа порозности почвы в зависимости от степени засоления и нормы промывки на сероземных почвах. Рассмотрены эколого-мелиоративные и агротехнические мероприятия по оптимизации порозности почвы.

**Ключевые слова:** минерализованные воды, эффективность, пористость, мелиоративные мероприятия, хлористо-сульфатное засоление, теплоемкость, грунтовые воды.

**A.S. Seytkaziyeu, D.M. Nurabayev, K.A. Yestayev**

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

#### DEFINITIONS OF SOIL POTENTIAL IN MELIORATIVE CONDITIONS

The results of soil porosity analysis are presented depending on the degree of salinity and the rate of washing on serozem soils. Ecological-meliorative and agrotechnical measures for soil porosity optimization are considered.

**Keywords:** mineralized waters, efficiency, porosity, reclamation measures, chloride-sulphate salinity, heat capacity, groundwater.

УДК 631.632

А.О. Жатқанбаева, П.Н. Есенгельдиева

*PhD докторанты**Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан  
Электронная почта: ainur\_779@mail.ru, perizat.esengeldieva@mail.ru***РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ СИСТЕМЫ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ  
ДЛЯ ПОЛИВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

В статье приведены технические характеристики и технология работы по применению нового модуля системы капельного орошения для полива сельскохозяйственных культур. Предложена новая конструкция капельницы и технология очистки капельниц. Предлагается конструкция переносного пневмогидроаккумулятора, которая обеспечивает уменьшение стоимости капельной системы.

**Ключевые слова:** капельница, капельное орошение, модуль системы орошения, поливные трубопроводы.

Технология капельного орошения широко распространена в передовых странах мира. В настоящее время в некоторых областях РК внедрены системы капельного орошения (СКО) по контрактам с «ЛЕГО», «Негафим» и др. Основными элементами системы капельного орошения являются водозаборный узел с напоро-образующим устройством и фильтрами, распределительный трубопровод, участковые трубопроводы, поливные трубопроводы с капельницами. Существуют несколько разновидностей капельниц. Различают некомпенсирующие и компенсирующие капельницы [1].

В настоящее время существуют различные системы капельного орошения, применение которых ограничивается рядом причин, основными из которых являются: потребность в тонкой очистке поливной воды, необходимость дополнительного насосно-силового оборудования и специальной системы управления, что требует больших капиталовложений от фермерских и крестьянских хозяйств [2].

В последнее время всё большее распространение приобретают технологии малообъемного орошения, которые обеспечивают более эффективную и экономную доставку воды и питательных веществ непосредственно к корневой зоне растений.

Микроорошение (от греч. – маленький) – термин, который объединяет способы полива, при которых осуществляется локальная подача воды в зону наиболее интенсивного развития корневой системы растений, т.е. капельное орошение.

Капельный полив (капельное орошение) – идеальный выбор для организации полива пропашных культур, так как вода подается только в зону расположения корней и используется растениями практически на 100% [3].

Как и все способы полива, капельное орошение предусматривает типизированный перечень работ, регламентирующий процесс возделывания сельскохозяйственных культур с применением данных систем. Обозначенный технологический регламент включает в себя следующие неотъемлемые элементы: проектирование системы капельного орошения; монтаж системы капельного орошения; орошение сельскохозяйственных культур; обслуживание и демонтаж систем капельного орошения [4].

Загрязнение, прошедшее по системе трубопроводов, проносится водой к концевым участкам капельных линий, где оно накапливается. Удаление грязи обеспечивается открытием специально установленных пробок. Частота промывок определяется совокупностью различных факторов, но для бесперебойной работы СКО требуется проводить не менее одной промывки за сезон. Чаще всего промывки проводятся весной, перед пуском СКО, для вымывания оставшихся с прошлого года загрязнений и осенью, перед консервацией на зиму, для удаления скопившейся за оросительный период грязи [4].

В настоящее время существует безнапорная система капельного орошения (БСКО), разработанные О.З. Зубаировым, А.А. Таттибаевым, Х.А. Таттибаевым и А.О. Жатканбаевой. Новым в БСКО является снабжение штуцера капельницы системы крышкой, имеющей конический выступ. Крышка имеет свободу перемещения по оси капельницы и посредством конического выступа регулирует выходные сечения резиновой трубки, надетой на штуцер капельницы [5].

Снижение себестоимости сельскохозяйственной продукции во многом зависит от правильного выбора техники и технологии полива используемых при выращивании сельскохозяйственных культур. Капельные системы, оснащенные фильтрационной станцией, насосом, высоконапорными поливными трубопроводами, инжектором и управляющим центром требуют высоких капиталовложений. Из-за этого многие фермерские и крестьянские хозяйства не могут позволить себе приобрести таких систем для полива. Эти системы увеличивают срок окупаемости и себестоимости сельскохозяйственной продукции.

В целях повышения экономической эффективности использования капельной системы, экономии оросительной воды и снижения себестоимости сельскохозяйственной продукции последние годы учеными разрабатываются низконапорные, безнапорные и другие виды капельных систем не требующих высоких капиталовложений.

**Цель работы** – разработка конструкции модуля системы капельного орошения (МСКО) для сельскохозяйственных культур, не требующих дополнительного насосно-силового оборудования обеспечивающего равномерное распределение воды по длине поливного трубопровода.

**Результаты исследований.** Практика последних лет показала, что перспективным способом регулирования водного режима почв на орошаемых землях является капельное орошение. Известна импульсная капельница, включающая пневмогидроаккумулятор, соединенный с напорной сетью (а. с. СССР № 869693, кл. А01G 25/02, 1981).

Недостатком известного устройства является сложность конструкции, обусловленная наличием множества элементов. Присутствуют подвижные детали, вступающие во взаимодействие для выполнения импульсной подачи воды. Напорная сеть оборудована специальным автоматическим устройством для кратковременного понижения давления в напорной сети. Все это снижает надежность работы системы.

Известна также капельница, включающая корпус с входным и выходным отверстиями, эластичный пористый вкладыш, фиксирующую шайбу с отверстием (а. с. СССР № 816433, кл. А01G 25/02, 1981).

Как известно, капельные оросительные системы в процессе эксплуатации неизбежно подвергаются засорению, что приводит к снижению надежности их работы.

Недостатком известного устройства в этом отношении является сложность проведения профилактики по очистке капельниц. Для очистки необходима индивидуальная обработка вкладыша каждой засоренной капельницы. Это повышает трудоемкость обслуживания системы.

Изобретение относится к технике полива и может найти применение на фермерских и крестьянских хозяйствах при поливе культур.

Технический результат изобретения - снижение трудоемкости обслуживания системы и повышение надежности ее работы.

Технический результат достигается тем, что в модуле СКО, включающем поливные трубопроводы с капельницами и питательный трубопровод, причем каждая капельница имеет корпус с регулирующим органом в виде эластичного пористого вкладыша и шайбы с водовыпускным отверстием, в каждой капельнице корпус снабжен вертикальной водовыпускной трубкой, соединяющей полость корпуса выше регулирующего органа с атмосферой, а на питательном трубопроводе установлен пневмогидроаккумулятор с напорным патрубком, имеющим запорный орган.

Вертикальным расположением выпускного канала достигается удаление ее засорений эластичного пористого вкладыша без демонтажа капельницы. Снабжением головной части системы пневмогидроаккумулятором, имеющим напорный патрубок с запорным органом и сообщенным с атмосферой через напорную сеть системы и вертикальные каналы корпуса капельниц, достигается снижение трудоемкости профилактической работы по очистке системы. При этом повышается и надежность работы системы.

Модуль системы капельного орошения (модуль СКО) состоит из поливных трубопроводов 1 с капельницами 2, распределительного трубопровода 3 с пневмогидроаккумулятором 4 и запорным органом 5 (рис. 1).

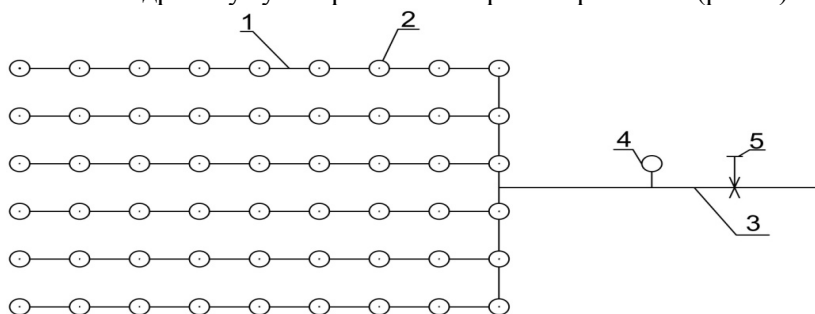


Рис. 1. Модуль системы капельного орошения

Капельница включает корпус 6, снабженный вертикальным выпускным каналом 7, крышку 8, пористый вкладыш 9, фиксирующую шайбу 10 с отверстием и прокладку 11 (рис. 2). Вертикальный выпускной канал 7 имеет высоту, соответствующую максимальному значению рабочего напора системы.

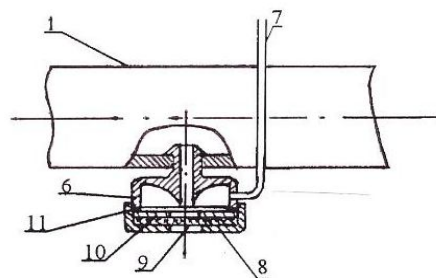


Рис. 2. Капельница в разрезе

Пневмогидроаккумулятор (рис. 3) состоит из гидравлической 12 и пневматической 13 камер. Гидравлическая камера имеет соединительный патрубок 14, напорный патрубок 15 с запорным органом 16 и подсоединена к распределительному трубопроводу 3. Пневматическая камера 13 снабжена запорным органом 17, ниппелем 18 и редуктором 19. Перед пуском системы в работу запорный орган 16 гидроаккумулятора 12 находится в открытом положении, а запорный орган 17 пневмоаккумулятора 13 - в закрытом положении.

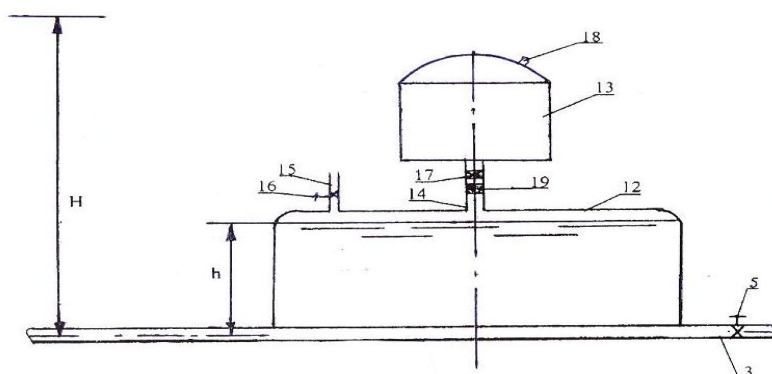


Рис. 3. Схема пневмогидроаккумулятора

С наступлением срока полива открывают запорный орган 5 распределительного трубопровода 3. При этом вода через гидроаккумулятор 12, распределительный трубопровод 3 поступает в поливные трубопроводы 1 системы, далее через капельницы подается к корневой системе растений в виде капель. Регулированием запорного органа 5 устанавливают рабочий напор  $h$  в системе. При этом, в зависимости от рельефа поливаемого участка, значения рабочего напора в отдельных капельницах могут быть разными. Неравномерность расхода воды через капельницы, возникшая за счет местного рельефа, устраняется изменением пористости вкладыша 9, путем регулирования степени сжатия его крышкой 8. Уровень напора воды в корпусе каждой капельницы в процессе полива находится в пределах высоты его выпускного канала 7.

В процессе эксплуатации системы частота профилактики по очистке ее капельниц назначается в зависимости от загрязнения оросительной воды. Для проведения очистки закрывают запорные органы 16 и 5 и открывают запорный орган 17 пневмоаккумулятора 13. При этом под воздействием давления воздуха в гидроаккумулятор 12 резко увеличивается напор в поливных трубопроводах 1 системы до нужного значения  $H$  (напор очистки системы). Этим будет достигнута эффективная очистка системы. Постоянный напор  $H$  поддерживается редуктором 19. Под действием этого напора вода, поступающая в корпус 6 капельницы, ударяется струями об вкладыш 9, промывая засорившиеся его поры и выводя загрязнения через выпускной канал 7 наружу.

Вытеснение воздухом воды из гидроаккумулятора 12 в поливные трубопроводы прекращают при достижении поверхности воды в нем отметки, ниже которой возможно проникновение воздуха 6 распределительный трубопровод 3. Для этого закрывают запорный орган 17, открывают запорные органы 16 и 5. При необходимости доочистки системы процесс можно повторить аналогичным образом.

После очистки регулированием запорного органа 5 устанавливают рабочее давление системы  $h$ . При изменении водопотребности растений в период вегетационного полива расход воды через капельницы изменяют путем регулирования рабочего напора  $h$  системы.

Пневмогидроаккумулятор модуля СКО можно выполнить переносным для обслуживания им нескольких модулей системы. При этом уменьшается стоимость капельной системы. Переносная конструкция пневмогидроаккумулятора должна быть малогабаритной и легкой. Такая характеристика ее зависит от необходимого объема воды, затрачиваемого для полной очистки капельниц системы, и технологии проведения профилактики по их очистке.

Для выбора оптимальных параметров пневмогидроаккумулятора принимают, что модуль СКО обслуживает  $S$  га площади и содержит  $N_{\text{кап}}$  капельниц. Для очистки одной капельницы затрачивается  $W_{\text{л}}$  воды, тогда для промывки модульной системы потребуется объем воды:

$$V = W \cdot N_{\text{кап}}, \text{ л.} \quad (1)$$

Это объем гидроаккумулятора заполненной водой, а в пневмоаккумуляторе емкостью  $V_1$  находится сжатый воздух.

Далее устанавливают, каково должно быть минимальное давление сжатого воздуха в пневмоаккумуляторе, чтобы полностью вытеснить воду из гидроаккумулятора в атмосферу через выпускной канал капельницы в виде струи, создавая постоянный напор очистки  $H$  (с помощью редуктора) в поливном трубопроводе. Решение задачи основано на законе Бойля-Мариотта (при постоянной температуре воздуха и воды).

Пусть  $P_1$  и  $V_1$  – давление и объем сжатого воздуха до расширения,  $P_2$  и  $V_2$  давление и объем в тот момент, когда он, вытеснив воду до нижнего рабочего горизонта гидроаккумулятора, займет объем обеих камер пневмоаккумулятора, тогда

$$P_1 V_1 = P_2 V_2. \quad (2)$$

Рассмотрим каждый из параметров воздуха для выяснения, какие из них нужно представить в развернутом виде. Давление  $P_1$  требуется определить по условию задачи, объем  $V_1$  задан – он равен объему пневмоаккумулятора со сжатым воздухом, давление  $P_2$  устанавливают, исходя из следующих соображений. Чтобы вытеснить воду из гидроаккумулятора, воздух во втором состоянии должен находиться под давлением, большим или равным гидростатическому давлению, соответствующее напору  $H$  в поливном трубопроводе, т.е.

$$P_2 = P_a + p \cdot g \cdot H, \quad (3)$$

где:  $p$  – плотность воды;  $P_a$  – атмосферное давление;  $g$  – ускорение свободного падения тела.

Остается выразить объем  $V_2$ . Он равен суммарной емкости пневмоаккумулятора и гидроаккумулятора:

$$V_2 = V_1 + V. \quad (4)$$

Подставляя выражения для  $P_2$  и  $V_2$  в формулу закона Бойля-Мариотта, получим уравнение газового состояния в окончательном виде:

$$P_1 \cdot V_1 = (P_a + p \cdot g \cdot H)(V_1 + V); \quad (5)$$

откуда начальное давление в пневмогидроаккумуляторе со сжатым воздухом должно быть равно:

$$P_1 \frac{V + V_1}{V_1} (P_a + p \cdot g \cdot H) \quad (6)$$

*Расчет.* Принимаем, что модуль СКО обслуживает 0,01 га (модуль СКО - 0,01), количество капельниц  $N_{\text{кап}}$  - 100 шт, объем воды, необходимый для промывки одной капельницы  $W=0,15$  л, напор в поливных трубопроводах при очистке системы  $H=2,0$  м.

Норма промывки системы составит:  $V=W \cdot N_{\text{кап}}=0,15 \cdot 100=15$  л.

Тогда объем гидроаккумулятора составит 15 л.

Объем  $V_1$  задан – принимаем баллон для транспортировки газа «пропан» с объемом 5,0 л. Требуется определить давление  $P_1$ .

Принимая, что очистка системы происходит при напоре  $H=2,0$  м в трубопроводе, определяем значение необходимого максимального давления сжатого воздуха в пневмоаккумуляторе по формуле (6):

$$P_1 \frac{V + V_1}{V_1} (P_a + p \cdot g \cdot H) = \frac{V + V_1}{V_1} (P_a + \gamma \cdot H) = \frac{15,0 \cdot 10^{-3} + 5,0 \cdot 10^{-3}}{5,0 \cdot 10^{-3}} \cdot (9,81 \cdot 10^4 \text{ н/м}^2 + 9810 \text{ н/м}^2 \cdot 2,0 \text{ м}) = \frac{20,0}{5,0} (98100 + 19620) = 470880 \text{ н/м}^2;$$

$$P_1 = 4,7 \text{ атм.}$$

Используя баллон с емкостью 5,0 л под сжатый воздух с давлением 4,7 атм. (применяя редуктор, обеспечивающий 23,5 кратное уменьшение давления на его выходе), можно произвести очистку с разовой нормой промыва 15 л.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Калашников, А.А. Система капельного орошения [Текст] / А.А. Калашников, Н.И. Кандрин, В.А. Жарков, Т.С. Гричаная, Б.М. Куртебаев, В.В. Ким // [?]. – 2011. – №10. – С. 3-4.
2. Козыкеева, А.Т. Система капельного орошения для предгорных зон с небольшим поверхностным перепадом воды [Текст] / А.Т. Козыкеева, А.О. Жатканбаева // Мелиорация и водное хозяйство. – 2016. – №1. – С. 37-39.
3. Козыкеева, А.Т. Методика определения параметров капельного орошения сельскохозяйственных культур [Текст] / А.Т. Козыкеева,

- А.О. Жатқанбаева // Ізденістер, нәтижелер. Исследования, результаты. – 2015. – №4. – С. 118-125.
4. Бородычев, В.В. Современные технологии капельного орошения овощных культур [Текст] / В.В. Бородычев. – Волгоград, 2010. – 36 с.
  5. Зубаиров, О.З. Безнапорная система капельного орошения (БСКО) [Текст] / О.З. Зубаиров, А.А. Таттибаев, А.О. Жатқанбаева, Х.А. Таттибаев. Патент №20096. А01G 25/02 (2006.01). - 2008. - бюл. №10.
  6. Зубаиров, О.З. Модуль системы капельного орошения [Текст] / О.З. Зубаиров, А.А. Таттибаев, А.О. Жатқанбаева, Х.А. Таттибаев. Патент №17493. А01G 25/02. – 2006. - бюл. №7.

*Материал поступил в редакцию 02.03.17.*

**А.О. Жатқанбаева, П.Н. Есенгельдиева**

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

#### **АУЫЛШАРУАШЫЛЫҚ ДАҚЫЛДАРЫН СУҒАРУҒА АРНАЛҒАН ТАМШЫЛАТЫП СУҒАРУ ЖҮЙЕСІНІҢ МОДУЛІН ЖАСАУ**

Мақалада ауылшаруашылық дақылдарын суғаруға арналған тамшылатып суғару жүйесінің жаңа модулінің техникалық сипаттамасы және оның жұмыс жасау технологиясы келтірілген. Тамшылатқының жаңа конструкциясы және оны тазалаудың технологиясы ұсынылған. Пневмогидроаккумулятордың жылжымалы конструкциясы ұсынылып отыр, бұл тамшылатып суғару жүйесіне жұмсалатын шығынның азаюын қамтамасыз етеді.

**Түйін сөздер:** тамшылатқы, тамшылатып суғару, суғару жүйесінің модулі, суғару құбырлары.

**A.O. Zhatkanbayeva, P.N. Esengeldyeva**

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

#### **DEVELOPMENT OF THE MODULE OF SYSTEM OF A DRIP IRRIGATION FOR WATERING OF CROPS**

Principal specifications and technology of work on use of the new module of system of a drop irrigation for watering of crops are given. A new design of a dropper and a technology for cleaning droppers are proposed. The design of a portable pneumohydroacupulator is proposed, which provides a reduction in the cost of a drop system.

**Keywords:** drop counter, drip irrigation, irrigation system module, irrigation pipelines.



## Химические технологии

УДК 546.22:622.276.

**Х.Р. Садиева<sup>1</sup>, Л. Ыбраймжанова<sup>2</sup>, Ж. Джакеева<sup>2</sup>, Д. Балтабаева<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Канд. техн. наук, доцент, <sup>2</sup>Магистрант, <sup>3</sup>Студент  
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

### ПОЛУЧЕНИЕ КОЛЛОИДНОЙ ДИСПЕРСНОЙ НАНОРАЗМЕРНОЙ СЕРЫ ИЗ НЕФТЯНОЙ ГРАНУЛИРОВАННОЙ СЕРЫ ТЕНГИЗСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В статье рассмотрена возможность создания отечественного производства полисульфида кальция и получения коллоидной дисперсной наноразмерной серы с размерами 10-40 нм. Приведены результаты анализа качества полученной наноразмерной серы. Даны рекомендации по использованию полученной наноразмерной серы в сельском хозяйстве в качестве фунгицида.

**Ключевые слова:** технология, полисульфид, фунгицид, коллоидная дисперсная наноразмерная сера, высококачественный продукт.

Как известно, Тенгизское месторождение расположена на северо-восточном берегу Каспия в Жылыойском районе. Важнейшей особенностью Тенгизкой нефти является высокое содержание в ней сероводорода в попутном газе. Исходя от этого, для того чтобы сырую нефть довести до товарного состояния, ее очищают, и получают другой продукт – серу. В настоящее время сера превратилась в один из основных материалов промышленного производства, она входит в пятерку наиболее употребляемых в промышленности продуктов наряду с нефтью, газом, углем и поваренной солью.

Основной формой получаемой в процессе сероочистки нефти и газа является комовая сера, которую производят нефте- и газоперерабатывающие заводы. Дальнейшая переработка комовой серы в большинстве случаев сводится к дроблению массивных кусков серы в порошок, удобный для дальнейшего использования, проведения процессов вулканизации или приготовления препаративных форм средств защиты растений и др. Товарными формами являются продукты, которые непосредственно отпускаются с предприятий. Для серы товарными формами являются: комовая, гранулированная, жидкая, молотая, чешуированная, в отливках (черенковая) и особой чистоты. При измельчении серы нужно учитывать особенности ее реакции на ударные воздействия и возникающие при этом сложности [1].

Сложности помола серы заключаются в следующем: при ударе шаром частицы трескаются и разрушаются, но так как температура плавления серы очень низкая, при нагреве и уплотнении она обратно превращается в комки, которые затем склеиваются в шары. Если удары очень слабые, то процесс

измельчения становится длительным и неэффективным. При использовании охлаждения технологический процесс становится довольно дорогим. В случае если измельчение проводить в жидкости, то после этого необходимо от нее избавляться, что приведет к ее агломерации. При помоле в проточных системах наблюдается та же ситуация – при высокой скорости сера просто оплавится и начнет слипаться. При низкой скорости измельчения практически не происходит, а выход продукта слишком мал. Измельчение серы в обычной воздушной среде может привести к взрыву. Сера восстановленная из отходящих газов, которая хранится в блоках по физико-химическим показателям является технической серой [2]. По данным ДГП «Института химических наук им. А.Б. Бектурова» Тенгизская сера соответствует нормам, указанным в ГОСТ 127.1-93 (табл. 1, 2).

Таблица 1

Показатели технической серы (ГОСТ 127.1-93)

Показатель	Норма				
	Сорт 9998	Сорт 9995	Сорт 9990	Сорт 9950	Сорт 9920
По сорту					
Массовая доля серы, %	99,98	99,95	99,90	99,50	99,20
Массовая доля золы, %	0,02	0,03	0,05	0,2	0,4
Массовая доля органических веществ, %	0,01	0,03	0,06	0,25	0,5
Массовая доля кислот в пересчете на серную кислоту, %	0,0015	0,003	0,004	0,01	0,02

Сера была исследована согласно ГОСТ 127.2-93 [3]. Влажность проб в зимнее время не определялась, так как они уже содержат в себе влагу, поскольку они хранятся на открытом пространстве и покрыты снегом.

Таблица 2

Физико-химические характеристики образцов Тенгизской серы

Показатель	Карта №9	Карта №7	Карта №4
Массовая доля серы, %	99,99	99,98	99,95
Массовая доля золы, %	0,002	0,002	0,002
Массовая доля органических веществ, %	0,006	0,006	0,006
Массовая доля кислот в пересчете на серную кислоту, %	0,001	0,001	0,025
Массовая доля мышьяка, %	0,000	0,000	0,000
Массовая доля селена, %	0,000	0,000	0,000
Массовая доля воды, %	-	-	-
Массовая доля железа, %	0,0004	0,0004	0,0004
Медь, %	0,0000	0,0000	0,0000
Ртуть, %	0,0000	0,0000	0,0000

Таким образом, оцененный среднесуточный выброс сероводорода из серных карт не превышает 3 кг на один миллион тонн Тенгизской серы [1]. Следует отметить, что сама сера является токсичной для определенных частей растений, а присутствие кальция в полисульфиде кальция приводит к смягчению фитотоксичности серы. Это обстоятельство наряду с другими преимуществами (высокая дисперсность, более прочное закрепление на поверхности растений) серы, полученной из полисульфида кальция, делает препарат весьма привлекательным для использования его в качестве биологически активного вещества. Способность серы убивать споры грибов своими испарениями делает серу весьма эффективным фунгицидом. Существует также точка зрения, что бактерицидное воздействие на патогены оказывает сероводород, который образуется при разрушении полисульфида.

Для получения полисульфидного раствора оптимальным методом является проведение реакции между гидроксидом кальция и серой в воде, при температуре 70-80<sup>0</sup>С при атмосферном давлении. В промышленных масштабах для этого используют химические реакторы, оснащенные мешалкой [4].

В результате протекающей реакции образовывались преимущественно полисульфиды кальция (70%) и побочные продукты – тиосульфат кальция (23%), непрореагировавшая сера и известь (7%). Определение полисульфидов проводились гравиметрическим и титриметрическим методами. Результаты химического анализа раствора полисульфида кальция приведены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты химического анализа раствора полисульфида кальция

№ пробы	Полисульфиды, г/л	Тиосульфат кальция, г/л	pH
1	18,1	5,2	10
2	34,2	7,4	9
3	58,6	9,9	9
4	80,7	18	8
5	96,4	24,2	8
6	113,1	35,7	7
7	129,5	42,5	7

Отобранные пробы анализированы на содержание в ней полисульфидов. Как показано на рисунке 1, содержание полисульфидов со временем нагревания, увеличивается.

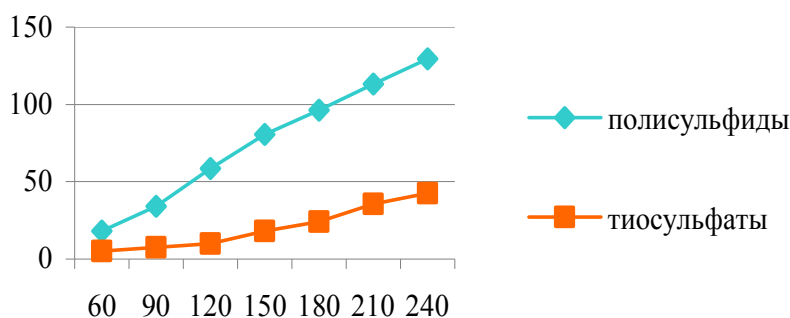


Рис.1. Содержание полисульфидов кальция в отобранных семи пробах

Кроме того, анализы показали, что нагревать раствор дольше 4 часов не имеет смысла, так как дальнейшее образование полисульфидов не идет, а имеет место лишь перерасход электроэнергии. При растворении серы в гидроксиде кальция образуются не только полисульфиды, об этом свидетельствует снимок ИК-спектров растворов. Для установления общего содержания искомых компонентов в смеси предварительно проведен анализ на ИК-спектрофотометре Фурье. Полученный спектр (рис. 2) расшифрован.

Исследование на ИК-спектрофотометре позволяет определить точное нахождение искомых компонентов, что дает огромное преимущество перед химическим анализом раствора. Сильно выраженные пики в области  $1653\text{ см}^{-1}$  соответствует тиосульфатным  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ -ионам, в области  $1699\text{ см}^{-1}$  соответствует полисульфидным  $\text{S}_2^{2-}$ -ионам, слабовыраженный пик в области  $1643\text{ см}^{-1}$  соответствует сульфидным  $\text{S}^{2-}$ -ионам.

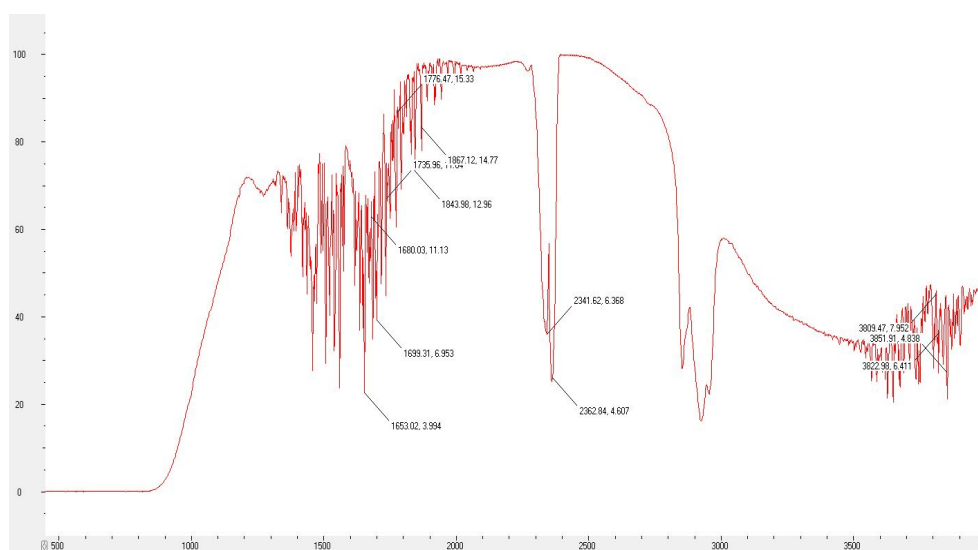


Рис. 2. Спектр сульфид-полисульфидного раствора кальция

Процесс получения наноразмерной серы проводится следующим образом. В раствор полученного полисульфида кальция при постоянном перемешивании и при комнатной температуре приливается соляная кислота 20%. Соотношение раствора полисульфидов к соляной кислоте равно 1:0,2. При этом темно-коричневый раствор мутнеет и образуется светло-желтый осадок серы. Реакция химического осаждения при выделении частиц серы из раствора полисульфида кальция соляной кислотой описывается следующей формулой:



В результате протекания этой реакции выпадает в осадок чистая сера в виде молекулы  $\text{S}$ , а кальций переходит в раствор в виде  $\text{CaCl}_2$ . Далее полученный раствор фильтруется, фильтрат обильно промывается водой для удаления молекул  $\text{CaCl}_2$ . Полученная сера высушивается и анализируется. Анализы порошка коллоидной дисперсной наноразмерной серы проведены на РЭМ JEOL JSM-6490LV (Япония). В таблице 4 приведено содержание

серы в %, а рентгенофазовый спектр полученной коллоидной дисперсной наноразмерной серы представлен на рисунке 3.

Таблица 4

Анализ полученного порошка серы

Элемент	Весовой, %	Атомный, %
S	99.92	99.93
Cl	0.08	0.07
Итого	100.00	

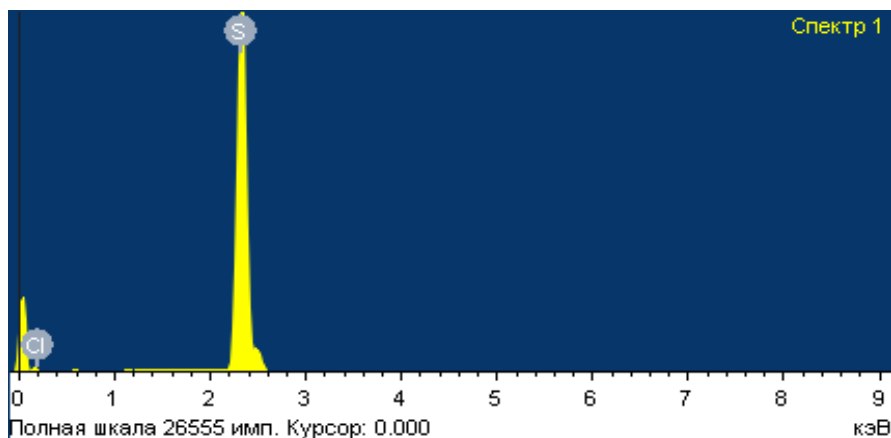


Рис. 3. Рентгенофазовый спектр полученной коллоидной дисперсной наноразмерной серы

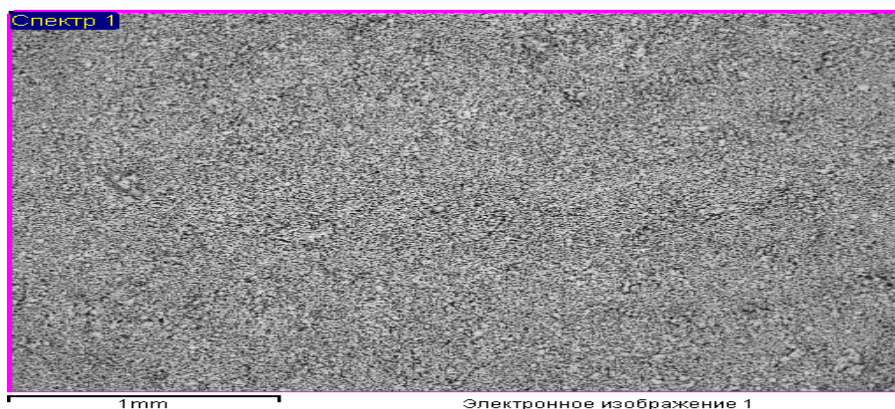


Рис. 4. Электронное изображение коллоидной дисперсной наноразмерной серы

Было выявлено, что повышение объема соляной кислоты, приливаемой к раствору полисульфида кальция, влияет на размер частиц серы. Поэтому желательным объемным соотношением раствора полисульфида кальция к соляной кислоте является 1:0,2. Измерения нанометров для коллоидной дисперсной наноразмерной серы и ее характеристика в естественной водной среде является очень перспективным.

В результате проведенных научно-исследовательских работ было выявлено:

1) Возможность получения полисульфидов кальция из Тенгизской серы. При этом содержание полисульфида кальция около 70%. Экспериментально установлено, что нагревание раствора больше температуры 70-80<sup>0</sup>С нецелесообразно.

2) Возможность получения коллоидной дисперсной наноразмерной серы с преобладающим размером частиц 10-40 нм из побочного продукта Тенгизской серы. При этом установлено, что лучше использовать раствор соляной кислоты с концентрацией 10-20 мас.%. Объемное соотношение смешиваемых растворов полисульфида кальция и соляной кислоты поддерживается в пределах 1:0,2. При этом получают коллоидную дисперсную наноразмерную серу с преобладающим размером частиц в пределах 10-40 нм.

3) Снижение концентрации соляной кислоты менее 20%, как и объемного соотношения смешиваемых растворов полисульфида кальция к соляной кислоте ниже 1:0,20, также приводит к укрупнению получаемых частиц коллоидной серы.

4) Увеличение концентрации соляной кислоты более 20%, как и объемного соотношения смешиваемых растворов полисульфида кальция к соляной кислоте выше 1:0,2 приводит к перерасходу реагента.

5) Микроструктура коллоидной дисперсной наноразмерной серы с помощью ИК-спектроскопических и рентгенофазных методов исследования, а также с применением растрового низковакуумного электронного микроскопа JEOL JSM-6490LV, (Япония).

Таким образом, создание отечественного производства полисульфида кальция и получения коллоидной дисперсной наноразмерной серы на основе предложенной технологии из продукта гранулированной серы позволит получать дешевый, высококачественный продукт с одновременным решением экологических проблем нефтепромышленных регионов Казахстана.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бекетова, А.Б. Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) открытого хранения серы на Тенгизе [Текст] / А.Б. Бекетова. – Алматы, 2005.
2. Отчет по проекту «ОВОС для объектов открытого хранения серы на Тенгизе» (заключительный) [Текст]. – Алматы, ИХН, 2007.
3. ГОСТ 127.1-93 Требования к сере [Текст]. [?].
4. Садиева, Х.Р. Производство сульфида и полисульфида щелочных и щелочно-земельных металлов на основе переработки нефтяной серы Тенгизского месторождения [Текст] / Х.Р.Садиева, Г.К.Бишимбаева, С.З. Матеева, Г.Б. Джумабекова, А.М.Сейсебаев, Е.И. Атенев // Материалы форума иннов-х бизнес-лидеров РФ и РК «Инновации для бизнеса России и Казахстана». – Екатеринбург, 2016. – С.75-82.
5. Сангалов, Ю.А. Элементарная сера. Состояние проблемы и направления развития. Сера, высокосернистые соединения и композиции на их основе [Текст] / Ю.А. Сангалов, С.Г. Карчевский, Р.Г.Теляшев. – Уфа: Издательство ГУП ИНХП РБ, 2010. – 136 с.

*Материал поступил в редакцию 23.02.17.*

**Х.Р. Садиева, Л. Ыбраимжанова, Ж. Джакеева, Д. Балтабаева**

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

### **ТЕНІЗ МҰНАЙ-КЕН ОРНЫНЫҢ ТҮЙІРШІКТЕЛГЕН КҮКІРТІНЕН КОЛЛОИДТЫ ДИСПЕРСТІ НАНОӨЛШЕМДІ КҮКІРТ АЛУ**

Мақалада мөлшері 10-40 нм коллоидтық дисперсті наноөлшемді күкірт алу және кальций полисульфидінің отандық өндірісін құру мүмкіндігі қарастырылған. Алынған наноөлшемді күкірттің сапалық талдау нәтижелері келтірілген. Алынған наноөлшемді күкірттің ауыл шаруашылығында фунгицид ретінде қолданылу мүмкіндігі айтылған.

**Түйін сөздер:** технология, полисульфид, фунгицид, коллоидты дисперсті наноөлшемді күкірт, жоғары сапалы өнім.

**H.R. Sadieva, L. Ibraimzhanova, Zh. Jakeeva, D. Baltabayeva**

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

### **PRODUCTION OF COLLOID DISPERSE NANO-SIZE SULFUR FROM OIL-GRANULATED SULFUR OF TENGIS FIELD**

The article considers the possibility of creating a domestic production of calcium polysulphide and the production of colloidal disperse nano-sized sulfur with dimensions of 10-40 nm. The results of the analysis of the quality of the obtained nano-sized sulfur are given. Recommendations are given on the use of the obtained nano-sized sulfur in agriculture as a fungicide.

**Keywords:** technology, polysulphide, fungicide, colloid dispersed nanoscale sulfur, high-quality product.

УДК 546.284: 620.22

**Х.Р. Садиева<sup>1</sup>, Л. Ыбраимжанова<sup>2</sup>, Ж. Джакеева<sup>2</sup>, Д. Балтабаева<sup>3</sup>**

*<sup>1</sup>Канд. техн. наук, доцент, <sup>2</sup>Магистрант, <sup>3</sup>Студент*

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

### **СИНТЕЗ НАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ КРЕМНИЙ- ОЛОВСОДЕРЖАЩИХ ВЕЩЕСТВ**

Представлены результаты синтеза нанокomпозитов на основе кремний-оловосодержащих соединений. Определены химический и физико-химический составы полученных продуктов. На основе синтезированных веществ выращены углеродные нанотрубки. Исследована микроструктура кремний-оловосодержащих наноструктурных соединений.

**Ключевые слова:** кремний-оловосодержащие соединения, углеродные нанотрубки, синтез, микроструктура, наночастицы, химический и физико-химический анализ, метод.

Приоритетной задачей государственной хозяйственной политики и науки является комплексное и рациональное использование минерального сырья, борьба с отрицательным влиянием промышленных отходов и вредных выбросов в окружающую среду. При вовлечении в производство комплексных минеральных удобрений, полученных на основе отходов фосфатного концентрата могут быть получены дополнительно 540 тыс.т высококонцентрированных удобрений, которые можно реализовать на международном рынке по цене не менее 400 долл. США за тонну.

В настоящее время заскладированные в шламонакопителях химической и фосфорной промышленности под открытым небом, отходы подвергаются ветровой и водной эрозии, что создают неблагоприятные экологические условия для окружающего района: вынос пыли, содержащей окись кремния с высохшей поверхности шламонакопителя, вымыв фторсодержащих солей из толщи отходов дождевыми водами в подземные воды. Вторым продуктом переработки отходов является цементный клинкер. Главными составляющими клинкера являются окись кальция (CaO), двуокись кремния (SiO<sub>2</sub>), окись алюминия (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) и железа (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), суммарное содержание их достигает 95-97,5%. Двуокись кремния (SiO<sub>2</sub>) можно использовать при получении разных нанокompозитов и полупроводников. При полной комплексной переработке накопленных отходов будет решена экологическая проблема загрязнения окружающего района токсичными веществами [1].

Тонкоизмельченная двуокись кремния представляет собой легкий серый или белый порошок, полученный из кварца. Ее изготавливают как в Европе, так и в США, и она имеет различные наименования продукта как, например «SSA-1», «HalliburtonServices D-66», «DeurllSchlumberger» или «D-8», «B.J. Hughes» [2].

В работе синтезирован золь-гель методом оксид кремния с хлоридом олова и силикат натрия с хлоридом олова. Определен химический состав полученных продуктов химическими, ИК-спектроскопическими и микроструктурным рентгенофазовым анализом. Выращивание углеродных нанотрубок производили CVD методом. Осаждение углеродных нанотрубок столбчатой формы осуществлялось на металлической подложке с помощью уникальной технологии компании «ULVAC» (Япония).

Полученны методом золь-гель технологии пленкообразующие растворы, содержащие тетраэтоксисилан, соли олова (SnCl<sub>2</sub>\*2H<sub>2</sub>O), кислота кремниевая водная (SiO<sub>2</sub> · nH<sub>2</sub>O) и натрий кремнекислый мета 9-водный (Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> · 9H<sub>2</sub>O). Из спиртовых растворов геля (на основе тетраэтоксисилана и солей олова) были получены тонкие слои нанокompозитов SnO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub> на пластинах полупроводникового кремния, стекле и ситалле. Полученные растворы наносились на металлические подложки с последующей термообработкой. Дополнительное введение в растворы золи тетраэтоксисилана как источника SiO<sub>2</sub> позволило получить ксерогели оксидных составов 5SnO<sub>2</sub>-95SiO<sub>2</sub> мас.%, 30 SnO<sub>2</sub>-70 SiO<sub>2</sub> мас.%. Введение SiO<sub>2</sub> производилось с целью упрочнения и увеличения толщины пленочных покрытий, содержащих SnO<sub>2</sub>. Полученные нанокompозиты представляют собой наночастицы диоксида олова, иммобилизованные в неорганической полимерной сетке диоксида кремния. При этом диоксид кремния обеспечивает высокие адгезионные свойства и предотвращает укрупнение кристаллитов композита, а нано- и микрочастицы диоксида олова предопределяют газочувствительные свойства.

В таблице 1 представлены результаты исследований полученных продуктов химическими методами.



Таблица 1

## Результаты химических анализов полученных продуктов

№ п/п	Наименование композитов	Содержание, %				Показатель преломления раствора, $n$
		оксида кремния в силикатах, определенное весовым методом	хлор-иона, определенное меркуриметрическим методом	натрия, определенное объемным методом	олова, определенное весовым методом	
1	0,1 н $Na_2SiO_3-SnCl_2$	31,75	17,129	3,68	84,9	1,3342
2	0,3 н $Na_2SiO_3-SnCl_2$	59,33	16,5387	2,17	89,9	1,3354
3	0,5 н $Na_2SiO_3-SnCl_2$	49,36	10,0413	5,43	91	1,3355
4	0,1 н $SiO_2-SnCl_2$	44,55	18,9013	1,69	59,2	1,3362
5	0,3 н $SiO_2-SnCl_2$	31,247	21,8547	2,5	69,6	1,3378
6	0,5 н $SiO_2-SnCl_2$	30,048	15,948	8,9	87	1,3440

Из данных таблицы 1 видно, что с увеличением концентрации раствора содержание кремния в силикатах увеличивается, хлор-ион уменьшается, а содержание олово постепенно возрастает. Это можно объяснить возможностью перехода жидких растворов в гелеобразное жидкое стекло, которое можно использовать в качестве полупроводника.

Для установления общего содержания искомым компонентов в смеси предварительно проведен анализ на ИК-спектрофотометре Фурье. На рисунке 1 показано, что сильно выраженные пики в области  $767\text{ см}^{-1}$  соответствуют оксиду олова  $SnO_2$ , в области  $958\text{ см}^{-1}$  соответствуют оксиду кремния  $SiO_2$ , в области  $1153\text{ см}^{-1}$  и  $2667\text{ см}^{-1}$  слабо выраженные пики соответствуют оксиду олова  $SnO_2$ , слабовыраженный пик в области  $4386\text{ см}^{-1}$  соответствует оксиду натрия  $Na_2O$ .

На рисунке 2 видно, что ИК-спектры соответствуют продуктам, полученным из 0,5 н раствора  $SnCl_2-SiO_2$ . Сильновыраженный пик в области  $802\text{ см}^{-1}$  соответствует оксиду кремния  $SiO_2$ , слабовыраженные пики в области  $2669\text{ см}^{-1}$  и  $3178\text{ см}^{-1}$  соответствуют оксиду олова  $SnO_2$ , слабовыраженный пик в области  $4064\text{ см}^{-1}$  соответствует оксиду кремния  $SiO_2$ .

Более простым и универсальным для практического применения является сканирующий и растровый электронный микроскоп (РЭМ). Принцип действия РЭМ основан на использовании некоторых эффектов, возникающих при облучении поверхности объектов тонко сфокусированным пучком (лучом) электронов. Эти эффекты служат основой для получения разнообразной информации: о рельефе поверхности образца, химическом составе и кристаллографической ориентации объемов, прилегающих к

поверхности. Электроны, испускаемые веществом, различного рода излучения, улавливаются специальными датчиками и после усиления используются для управления яркостью электронно-лучевой трубки, на экране которой формируется изображение. При этом каждой точке на поверхности образца соответствует определенная точка на экране электронно-лучевой трубки [4, 5].

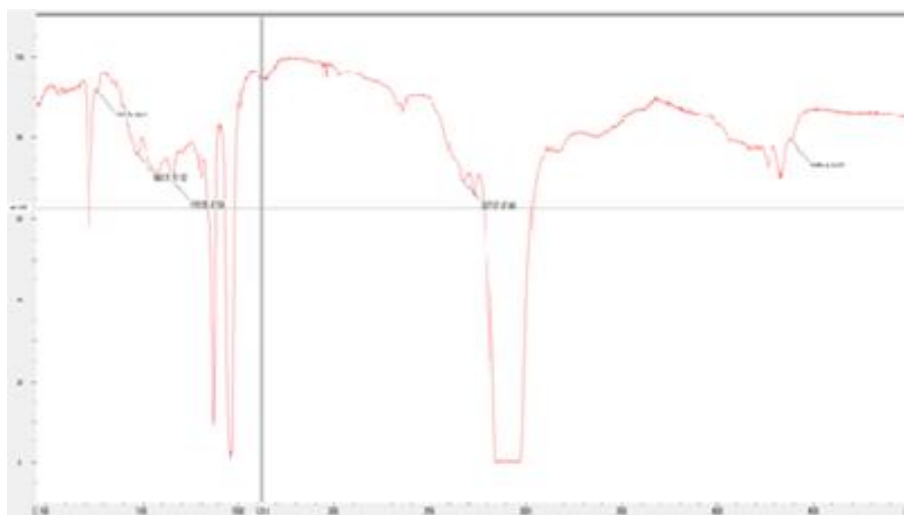


Рис. 1. ИК-спектры соединений, полученных 0,1 н  $Na_2SiO_3-SnCl_2$

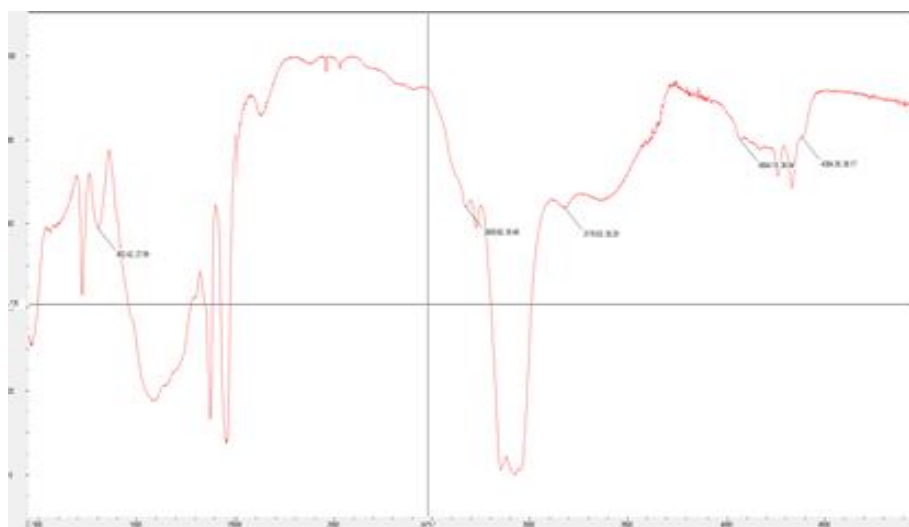


Рис. 2. ИК-спектры соединений, полученных 0,5н. раствором  $SnCl_2-SiO_2$

На рисунке 3 представлены микроструктура полученных продуктов смеси 0,1 н. растворах  $Na_2SiO_3 - SnCl_2$  (исходный) в РЭМ (растровый низковакуумный электронный микроскоп JEOL JSM-6490LV (Япония).

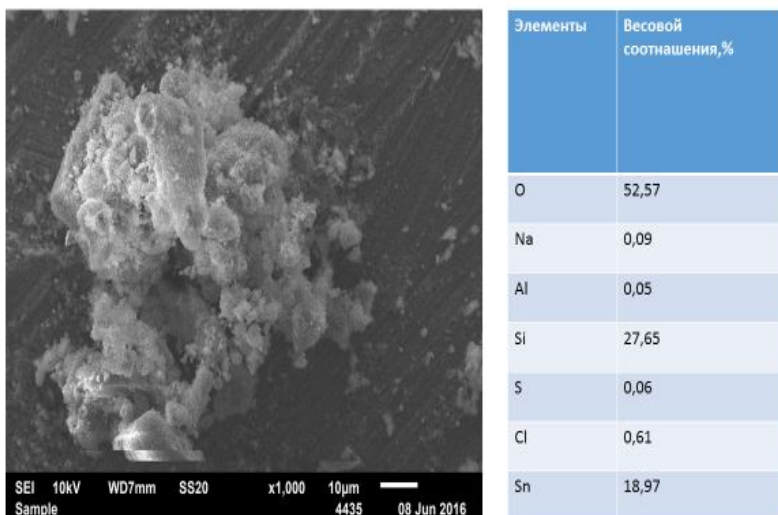


Рис. 3. Микроструктура нанокomпозитов, полученных из соединений  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 - \text{SnCl}_2$

Таблица 2

Результаты рентгенофазового анализа синтезированных продуктов

Результаты элементного анализа в весовых, % соотношениях									
Спектр	В стат.	O	Na	Al	Si	S	Cl	Sn	Итого
Спектр 1	Да	52,57	0,09	0,05	27,65	0,06	0,61	18,97	100
Спектр 2	Да	52,57	0,11	0,04	27,55	0,04	0,64	19,05	100
Спектр 3	Да	53,14	0,16	0	29,56	0,05	0,69	16,39	100
Среднее	Да	52,76	0,12	0,03	28,25	0,05	0,65	18,14	100

На рисунке 4 представлена микроструктура полученных продуктов 0,3н. раствором –  $\text{SnCl}_2 - \text{SiO}_2$ .

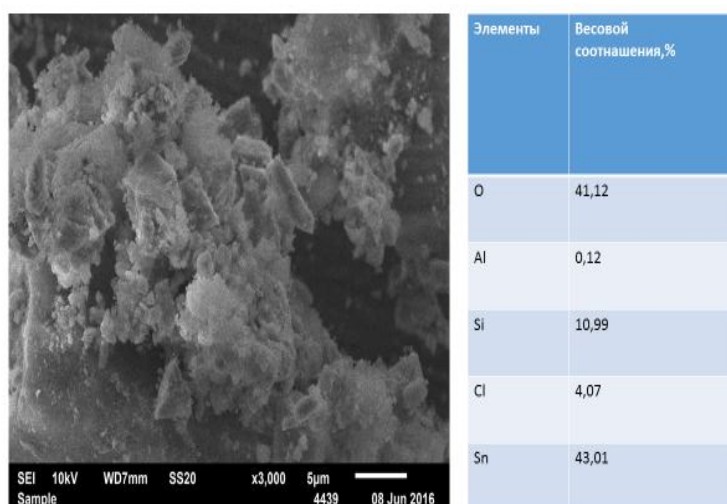


Рис. 4. Микроструктура нанокomпозитов, полученных из соединений  $\text{SnCl}_2 - \text{SiO}_2$

Таблица 3

Результаты рентгенофазового анализа наночастиц после выращивания углеродных нанотрубок CVD методом

Результаты элементного анализа в весовых, % соотношениях							
Спектр	В стат.	O	Al	Si	Cl	Sn	Итого
Спектр 1	Да	41,82	0,12	10,99	4,07	43,01	100
Спектр 2	Да	44,17	0,05	15,34	3,62	36,82	100
Спектр 3	Да	44,06	0,07	14,39	3,69	37,78	100
Спектр 4	Да	41,72	0,04	11,09	4,19	42,95	100
Среднее		42,94	0,07	12,95	3,89	40,14	100

Из данных таблиц 2 и 3 следует, что при элементном анализе содержание кислорода уменьшается, а содержание олова и кремния – увеличиваются. Изменение содержания элементов показывает, что при наращивании наночастиц изменяется микроструктура соединений.

Композиты на основе  $\text{SiO}_2\text{-SnCl}_2$  и  $\text{Na}_2\text{SiO}_3\text{-SnCl}_2$  с различным содержанием диоксида олова получены методами золь-гель технологии на подложках из окисленного монокристаллического кремния. Из полученных продуктов приготовлены таблетки. На готовых таблетках осаждены углеродные нанотрубки столбчатой формы с помощью уникальной технологии компании «ULVAC». Прекурсоры для приготовления зольей – тетраэтоксисилан, олово четыреххлористое пятиводное, этиловый спирт; катализатор – соляная кислота; обжиг производился при температуре  $600^\circ\text{C}$ .

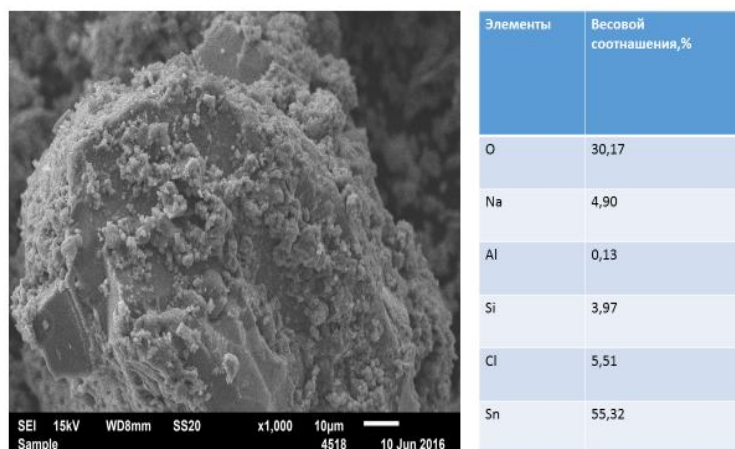


Рис. 5. Микроструктура нанокompозитов, полученных из соединений  $\text{Na}_2\text{SiO}_3\text{-SnCl}_2$  после выращивания углеродных нанотрубок CVD методом

Таблица 4

Результаты рентгенофазового анализа после выращивания углеродных нанотрубок CVD методом

Результаты элементного анализа в весовых, % соотношениях							
Спектр	O	Na	Al	Si	Cl	Sn	Итого
Спектр 1	30,17	4,90	0,13	3,97	5,51	55,32	100,00
Спектр 2	31,60	2,74	0,06	3,96	3,97	57,68	100,00
Спектр 3	31,07	3,05	0,09	4,20	5,18	56,40	100,00
Среднее	30,94	3,56	0,09	4,05	4,89	56,47	100,00

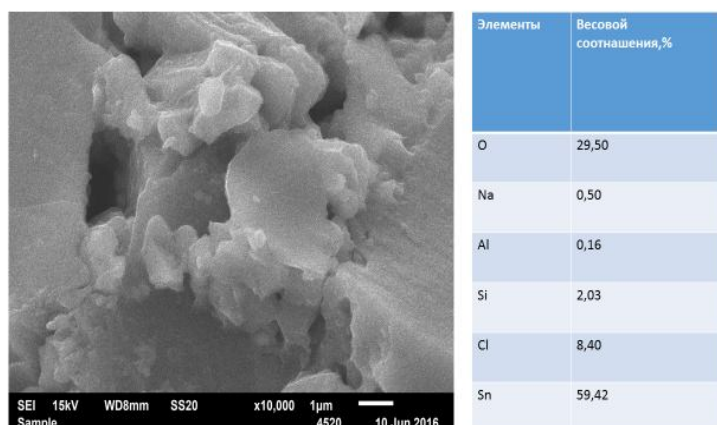


Рис. 6. Микроструктура нанокомпозитов, полученных из соединений  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  –  $\text{SnCl}_2$  после выращивания углеродных нанотрубок CVD методом

Таблица 5

Результаты рентгенофазового анализа после выращивания углеродных нанотрубок CVD методом

Результаты элементного анализа в весовых, % соотношениях							
Спектр	O	Na	Al	Si	Cl	Sn	Итого
Спектр 1	29,50	0,50	0,16	2,03	8,40	59,42	100,00
Спектр 2	29,49	0,47	0,12	2,15	8,60	59,18	100,00
Спектр 3	29,44	0,52	0,27	2,10	8,63	59,03	100,00
Среднее	29,48	0,50	0,18	2,09	8,54	59,21	100,00

Из данных таблиц 4 и 5 следует, что при проведении элементного анализа содержание кислорода в образцах снижается, напротив концентрация олова и кремния слегка возрастают. Это можно объяснить тем, что при накоплении наночастиц микроструктура соединений также претерпевают изменения.

**Выводы.** Анализ совокупности экспериментальных данных и сканирующей электронной микроскопии показал, что золь-гель технология является эффективным и перспективным способом управления нанокристаллической структурой слоев диоксида олова и кремния. Изменение содержания элементов показывает, что при наращивании наночастиц изменяется микроструктура полученных соединений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Чепик, Л.Ф. Исследование структуры поверхности газочувствительных слоев  $\text{SnO}_2$ , полученных методом золь-гель технологии [Текст] / Л.Ф. Чепик, Е.П. Трошина, Т.С. Машенко, Д.П. Романов, А.И. Максимов [и др.] // Тез. докл. 2-й междунар. конф. «Аморфные и микрокристаллические полупроводники», 3-5 июля 2000. – СПб.: ФТИ РАН, 2000. – С.105-112.
- Бестаев, М.В. Исследование структуры поверхности слоев диоксида олова для газовых сенсоров атомно-силовой микроскопией [Текст] /



ӘОЖ 543.5:577.19

Ш.Е. Мусрепбекова<sup>1</sup>, Д.Ғ. Балтабаева<sup>2</sup><sup>1</sup>Оқытушы, <sup>2</sup>Студент

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

**БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ ПОЛИМЕРЛІК КОМПОЗИЦИЯЛАРДЫ  
ФИЗИКАЛЫҚ-ХИМИЯЛЫҚ ӘДІСТЕРМЕН ЗЕРТТЕУ**

Мақалада биологиялық белсенді полимерлерді зерттеу нәтижелері баяндалған. Полимерлік түрлену реакциясын қолдану, макромолекулаларды химиялық түрлендіру, жаңа фитобелсенді полимерлік композиттер алу мүмкіндіктері айтылған. Зерттеу нәтижесінде биологиялық белсенді полимерлердің ісіну дәрежесі, тұтқырлығы анықталды, инфрақызыл-спектрлік әдісімен биологиялық белсенді полимерлердің концентрациясының мөлшері анықталды.

**Түйін сөздер:** синтетикалық полимер, полимерлік кешен, физикалық-химиялық зерттеу, полимер-тасымалдағыш, тұтқырлық.

Кең спектрлі қасиетке ие өсу үдеткіштердің полимерлік түрлерінен биологиялық белсенді зат бөлетін қазіргі заманғы химиялық жүйелерді алу қызығушылық тудыруда. Сонымен қатар, полимер ұқсас түрлену реакциясын қолдану макромолекулаларды химиялық түрлендіру және ауыл шаруашылығында қолданылатын жаңа фитобелсенді полимерлік композиттер алу үшін кең мүмкіндіктерге жол ашады [1].

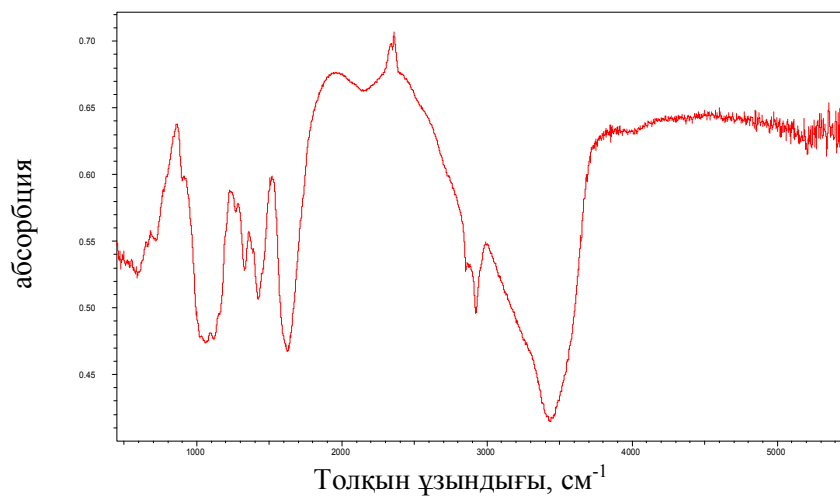
Қазақстанда биологиялық полимерлік өсім үдеткіштердің синтезі мен зерттеу жұмыстары Ә.Б. Бектұров атындағы Химия ғылымдары институтында Б.А. Жұбановтың, ҚазҰТУ-де Г.И. Бойконның жетекшілігімен, сонымен қатар М.А. Айтхожин атындағы Биохимия және молекулалық биология институты, биологиялық зерттеулер орталығының ат салысуымен орындалуда, көптеген өсу үдеткіштерге байланысты ғылыми жаңалықтар да ашылуда.

*Полимерлік композицияларды ИҚ-спектрлік әдісімен зерттеу.* Бастапқы және синтезделген қосылыстардың ИҚ-спектрлерін алу «Jasco IR-810» спектрометрінде (Жапония) таблетка түрінде KBr-мен, 4000-400 см<sup>-1</sup> ауданда жүргізілді.

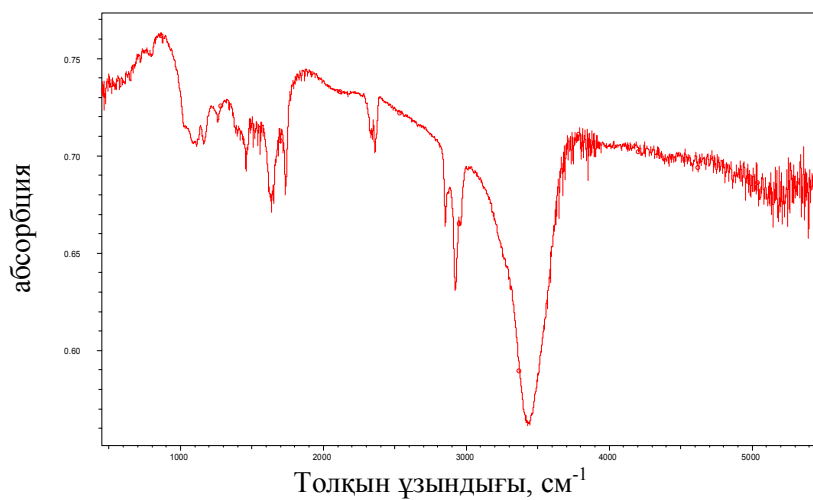
Реакция өнімдерінің болжамдық құрылымдарын дәлелдеу үшін бастапқы заттар мен олардың негізінде синтезделген түрлендірілген полимерлердің 1, 2 және 3-суреттерде келтірілген ИҚ-спектрлері талқыланды.

1-суретте көрсетілгендей, КМЦ-0,05 полимерінің ИҚ-спектрінде (1-қисық) 900-1000 см<sup>-1</sup> аймағында С-С байланыс тербелісінің С-Н байланысы мен бензол сақинасы жоғары қарқынды 1400-1800 см<sup>-1</sup> жолақтары және О-Н тобының валенттік тербелісіне сәйкес келетін орташа кең жолақ 2800-3600 см<sup>-1</sup> аймағында табылды. Соңғы жолақтың жылжуы және кеңеюі карбоксил тобы мен бензол сақинасында ішкі молекулалық сутектік байланыстың түзілуінен болуы мүмкін.

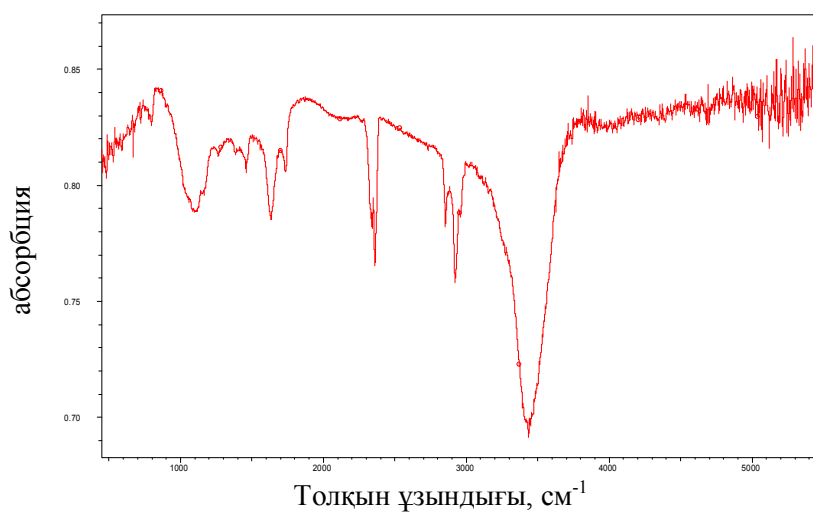
2-суретте көрсетілгендей, желатин спектрінде (2-қисық) 1800 және 1400 см<sup>-1</sup> аймақтарында ангидрид тобындағы карбонилдің симметриялық және 2800-1800 см<sup>-1</sup> күкірт-сутек валенттік тербелісін сипаттайтын дублет өткізу жолағы бар, 3100-3600 см<sup>-1</sup> аймақтарында амин және О-Н тобына сәйкес валенттік тербеліс кездеседі.



Сурет 1. КМЦ-0,05 полимерінің ИҚ-спектрлері



Сурет 2. Желатин- 0,05 ИҚ-спектрлері



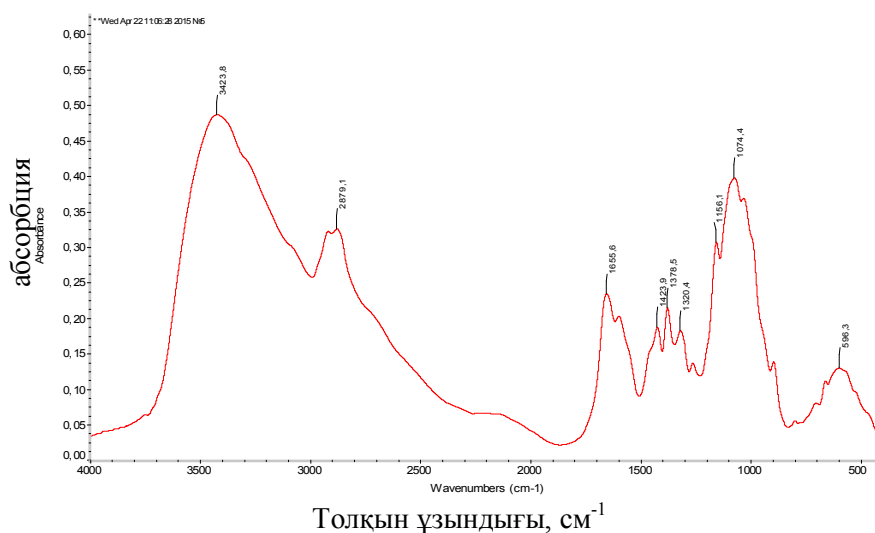
Сурет 3. КМЦ-Желатин 1:20 биобелсенді заттардың ИҚ-спектрлері



3-суретте алынған полимерлік композиттің ИҚ-спектрін (3-қисық) талдау  $900-1000\text{ см}^{-1}$  аймағында полимер-тасымалдағышпен желатин арасында жаңа түзілген валенттік тербелісін сипаттайтын жаңа жұтылу жолағының пайда болғанын көрсетті. Сонымен қатар, карбоксил тобының гидроксилінің О-Н мен амин тобының байланысының түзілуін сипаттайтын кеңейтілген белсенді  $3443,5\text{ см}^{-1}$  жолағы пайда болды,  $1400-1800\text{ см}^{-1}$  аймақтарында С=C- байланыстары мен карбонил, нитрозол,  $1800-2800\text{ см}^{-1}$  S-H, C=N тобының валенттік тербелісін көрсетті.

Төменде хитозан мен 1,4-бис(1,2,5-триметил-4-гидрокси-4-пиперидил)-бута-1,3-диин дигидрохлориді, сонымен қатар модифицирленген полисахаридтер арасындағы интерполимерлі кешен хитозан мен карбоксиметилцеллюлозаның әрекеттесуін зерттеу үшін ИҚ-спектрі түсірілді.

4-суретте көрсетілгендей, хитозан суда ерігіш тұз формасы натрий гидрокарбонатының судағы ерітіндісімен әрекеттесуі арқылы алынды. ИҚ-спектрінде  $3411\text{ см}^{-1}$  аймақта карбоксилдің ОН-топшасына сәйкес келетін белсенді жолақ көрінеді.



Сурет 4. Хитозанның ИҚ спектрі

Сонымен қатар, амин тобының валенттік тербелісін сипаттайтын жолақ  $2926\text{ см}^{-1}$  аймақта табылды.  $1631\text{ см}^{-1}$  аймақта көмірсутекті топтардың тербеліс қатарына жататын COO<sup>-</sup> карбоксилат анионының орташа қарқынды жолағы мен  $1655-1423\text{ см}^{-1}$  аймағында карбонил топшалары бар екені анықталды.

Хитозан мен КН-2-ның ИҚ спектрінің толқын ұзындықтары анықталды. Анықталған нәтиже бойынша КН-2 мен хитозанның  $500 - 900\text{ см}^{-1}$  аралығында С-С тобы көрінді.  $1655-1508\text{ см}^{-1}$  қос байланыс пен бензол сақинасының,  $3423-3259\text{ см}^{-1}$  О-Н топтары мен амин топшалары бір-біріне сәйкес келеді.

*Полимерлік композицияның ісіну дәрежесін анықтау.* Жоғары молекулалық қосылыстардың сұйықтықпен жанасуы нәтижесінде олардың ісінуі жүреді. Ісіну – жоғары молекулалық қосылыстың құрылысының өзгеріп, көлемі мен массасының өсуі қатар жүретін төмен молекулалы еріткіштің жоғары молекулалық қосылыспен өз еркімен сіңіруі немесе

сорбциялануы. Жоғары молекулалық қосылыстардың ісіну кезінде олардың көлемі 1000-1500% дейін көбеюі мүмкін. Ісіну үрдісі жоғары молекулалық қосылыс пен төмен молекулалық еріткіштің қозғалмалы молекулалары арасында жүреді: төмен молекулалы еріткіш молекуласы ішке еніп, полимердің макромолекулаларының арасындағы бос кеңістікті толтырып, тізбекті жылжытып, молекулааралық әрекеттесуді әлсіретеді. Мұндай үрдіс минералды сорбенттердің бетінде болатын сорбент құрылысы өзгермейтін физикалық адсорбция үрдісінен өзгеше. Жоғары молекулалық қосылыстардың ісінуі таңдамалы сипат көрсетеді. Бұл полярлығы жағынан жақын сұйықтықтарда байқалады. Полярсыз көмірсутекті полимерлер полярсыз еріткіштерде, мысалы, бензол мен бензинде жақсы ериді және ісінеді. Ал полярлы топтары бар полимерлер полярлы еріткіштерде ериді. Ісінудің сандық сипаты *ісіну дәрежесі*, ол – ЖМҚ-ның ісіну кезіндегі массаның салыстырмалы өсуін көрсетеді [2].

Карбоксилметилцеллюлозаның натрий тұзынан және хитозаннан (полисахарид туындысы) тұратын полимерлік препарат УЗХИТАН уытты емес, экожүйеге зияны жоқ, топыраққа тез бейімделіп ауру қоздырғыштарын жоюға мүмкіндік туғызады, өсімдіктің өсуін, дамуын және өнімділігін үдетеді [3].

Біз зерттеу жұмысымызда желатин мен карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ) полимерлік композит алдық. Зерттеу нәтижесінде желатин қышқылы негізінде алынған полимерлік композитке физикалық-химиялық талдау жүргізіліп, ісінуі зерттелді. Ісінуін зерттеу үшін дайын полимерлік композиттерден массалары  $m=0,16$  г өлшеп алып, дистилденген суға батып тұратындай етіп стаканға салынып, уақыт бойынша массаның өсуі жазып отырылды.

Кесте 1

Желатин негізіндегі полимерлік композиттің уақыт бойынша ісінуі

№ р/с	Уақыт t, минут	Ісіну дәрежесі, <i>i</i>
		8% Желатин + КМЦ
1	5	90,83
2	10	90,80
3	15	90,78
4	20	90,74
5	1440	88,64
6	2880	85,11
7	5760	75,23

1-кестеден көрініп тұрғандай, бірінші жағдайда 1:20 полимерлік қоспасының ісінуі 1 сағаттан кейін басталады. Осы алынған мәліметтер бойынша келесідей қорытынды жасауға болады: карбоксил топтары бар екі полимер молекулаларының арасындағы әрекеттесу молекулааралық күш әсерінен болады.

Біздің екінші зерттеу жұмысымызда хитозан мен карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ) және биобелсенді зат акпинол (АЕ) негізіндегі 8% масс. полимерлік композит алынды. Зерттеу нәтижесінде хитозан негізінде алынған полимерлік композитке физикалық-химиялық талдау жүргізіліп, ісінуі зерттелді. Ол үшін дайын полимерлік

композиттерден массалары  $m=0,16$  г өлшеп алып, дистилденген суға батып тұратындай етіп стаканға салынды, уақыт бойынша массаның өсуі жазылды.

Кесте 2

Хитозан КМЦ негізіндегі полимерлік композиттің уақыт бойынша ісінуі

№ р/с	Уақыт t, минут	Ісіну дәрежесі, $i$
		8% Хитозан + КМЦ
1	5	150,40
2	10	150,38
3	15	150,37
4	20	150,34
5	1440	148,60
6	2880	146,08
7	5760	135,31

2-кестеден көрініп тұрғандай, бірінші жағдайда 1:20 полимерлік қоспасының ісінуі 20 минуттан соң еріп кетті. Содан кейін ісіну коэффициенті азая түседі. Осы алынған мәліметтер бойынша келесідей қорытынды жасауға болады: карбоксил топтары бар екі полимер молекулаларының арасындағы әрекеттесу молекулааралық күш әсерінен жүреді. Алынғын затымыз 20 минуттан соң еріп кетті.

*Полимерлік композициялардың тұтқырлығын анықтау.* Бұл әдіспен анықталған молекулалық масса орташа тұтқырлықты деп аталады. Әдістің негізінде полимер ерітіндісі тұтқырлығының оның молекулалық массасына тәуелділігі жатады. Салыстырмалы тұтқырлық деп полимер ерітіндісінің тұтқырлығының  $\eta_{ер-і}$  таза еріткіштің тұтқырлығына  $\eta_{ер-ш}$  қатынасын айтады.

Меншікті тұтқырлық  $\eta_{мен}$  полимер ерітіндісі мен еріткіш тұтқырлықтарының айырымының таза еріткіштің тұтқырлығына қатынасы болып табылады.

Меншікті тұтқырлықтың концентрацияға қатынасын келтірілген тұтқырлық  $\eta_{кел}$  дейді.

Келтірілген тұтқырлықтың концентрацияға тәуелділігінің графигі түзу сызықпен өрнектеледі. Осы сызықтың ордината осін қиятын кесінді сипаттамалық тұтқырлық деп аталады. Сипаттамалық тұтқырлық пен молекулалық массаның арасындағы байланыс жалпы түрде Марк-Кун-Хаувингтің теңдеуімен сипатталады:

$$[\eta] = KM^a$$

мұндағы  $K$  – әрбір полимер еріткіш жүйесіне сәйкес константа,  $a$  дәрежесі – макромолекуланың оралу дәрежесін көрсететін шама.

Кесте 3

Хитозан мен КМЦ-ның келтірілген тұтқырлықтың мәні

C	$\eta_{келтірілген}$	
	Хитозан	КМЦ
0,2	188	4,03
0,25	208	3,26
0,3	252	3,24
0,35	300	3,23
0,40	366	3,31

Алынған нәтиже бойынша хитозанның келтірілген тұтқырлығының графигі тұрғызылды. Келтірілген тұтқырлықтың мәні 366 ға жетті. Ал КМЦ-ның келтірілген тұтқырлығы 4,03-ке өсті.

Осылайша, хитозан мен КН-2 полимерлік композициясы алынды және жүргізілген зерттеулер бойынша хитозан КН-2 ерітінділерімен полимерлік пленка түзді. Бұл пленкалардың құрылысы атомды-күш микроскобында түсірілді. Түсірілім бойынша хитозан мен КН-2 негізіндегі қабықша тығыздығына айтарлықтай әсер ететіні байқалды және құрамындағы элементтердің мөлшерлері анықталды.

Хитозан мен КН-2-ның ИҚ-спектрінің толқын ұзындықтары анықталды. Анықталған нәтиже бойынша КН-2 мен хитозанның  $500 - 900\text{см}^{-1}$  аралығында С-С тобы көрінді.  $1655-1508\text{см}^{-1}$  қос байланыс пен бензол сақинсының,  $3423-3259\text{ см}^{-1}$  О-Н топтары мен амин топшалары бір-біріне сәйкес келеді.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Жубанов, Б.А. Получение фитоактивных полимеров на основе моно- и биспиреридолов с рост стимулирующими свойствами [Текст] / Б.А.Жубанов, Г.Мейирова, М.Б.Умерзакова, К.Б. Ержанов, Н.Б. Курманкулов, Б.А. Исмаилов, Д.А. Касымбекова, А. Кабыл // Журн. прикл. хим. – 2006. – Т.79, вып. 11. – С.1896-1899.
2. Жубанов, Б.А. Новый биоактивный полимер на основе сополимера малеинового ангидрида с акриловой кислотой и его влияние на рост и развитие аридных культур [Текст] / Б.А. Жубанов, М.Б. Умерзакова, Г.Мейирова, Д.А. Касымбекова, А. Кабыл, А.Манапқызы // Изв. НАН РК. Сер. хим. – 2005. – № 6. – С. 86-92.
3. Рашидова, С.Ш. Влияние полимерных препаратов на энергию прорастания и всхожесть семян овощей [Текст] / С.Ш. Рашидова, Ш.Д.Максудова, Р.Ю. Милушева, М.А. Хайдаров, М.З. Фахрутдинов // Тезисы докладов конф. «Актуальные проблемы химии природных соединений». –Ташкент, 2009. – С. 300-308.

Материал редакцияға 22.02.17 түсті.

**Ш.Е. Мусрепбекова, Д.Г. Балтабаева**

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

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ**

В статье представлены результаты исследования биологически активных полимеров. Описано применение химических реакции полимеров, химическое преобразование макромолекул и получение новых фитоактивных полимерных композитов. Установлено степень отёка и вязкости биологически активных полимеров, определены их концентрации.

**Ключевые слова:** синтетический полимер, полимерный комплекс, физико-химическое исследование, полимер-носитель, вязкость.

---

**Sh.E. Mussrepbekova, D.G. Baltabayeva***Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan***INVESTIGATION OF BIOLOGICALLY ACTIVE POLYMER  
COMPOSITIONS BY PHYSICAL AND CHEMICAL METHODS**

The results of the investigation of biologically active polymers are presented. The chemical reactions described polymers, macromolecules and chemical transformation phytoactive obtaining new polymeric composites are described. The degree of edema and viscosity of biologically active polymers is established, their concentrations are also determined.

**Keywords:** a synthetic polymer, a polymer complex, physical and chemical research, a polymer-carrier viscosity.

---

## Технологии в сфере строительства

---

УДК 666.972:625.8

**Б.У. Усенбаев<sup>1</sup>, Ж.Т. Иманбердиева<sup>2\*</sup>, С.Ж. Таттибаев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Канд. техн. наук, доцент, <sup>2</sup>Магистр, ст. преподаватель  
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан  
Электронная почта: <sup>1</sup>bolgam@mail.ru, <sup>2\*</sup>imanberdievaz@mail.ru

### **ТЕОРИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОЛЩИНЫ БЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ ДОРОГ ПО МОДЕЛИ «ПИРАМИДЫ ПРОДАВЛИВАНИЯ»**

Представлен новый подход к расчету жестких дорожных покрытий при решении инженерного метода расчета по модели «пирамиды продавливания». Выполнен анализ результатов экспериментальных данных и расчетов. Согласно данным экспериментов и расчетов представлен иллюстративный материал в виде графика зависимости толщины от продавливающей силы.

**Ключевые слова:** жесткие дорожные покрытия, модель «пирамиды продавливания», бетон, железобетон, плитные конструкции.

При интенсивном использовании большегрузного автотранспорта, в качестве покрытия дорог часто применяют бетон и железобетон.

В существующей теории расчета покрытия дорог используется модель вертикальной цилиндрической призмы [1].

При оценке прочности и действительной работы бетонных и железобетонных конструкций на упругом основании строго используют модель усеченных пирамиды или конуса. Так, например по СНиП 2.03.01-84 «Бетонные и железобетонные конструкции» за основу работы конструкций при действии концентрированной нагрузки, принимают модель усеченной пирамиды. Методика расчета основана на учете действительной формы поверхности разрушения при продавливании, полученной при испытании. На основании результатов исследования плит, опертых по контуру и фундаментов зданий на песчаном или пружинном основании, ростверков с прямоугольными или квадратными колоннами поверхность продавливания принимается в виде боковых поверхностей усеченной пирамиды или конуса, меньшим основанием которых служит площадка действия внешней нагрузки. При этом принимается, что в момент разрушения элемента напряжения в бетоне достигают предельных значений на растяжение. Несущая способность (продавливающая сила) определяется как суммарное сопротивление бетона растяжению по боковой поверхности пирамиды продавливания. Причем поверхность отрыва принимается в виде усеченной пирамиды с углом наклона боковых граней пирамиды, равным 45° (рис. 1) [2].

Опыт эксплуатации жестких покрытий показывает, что наличие в таких покрытиях швов снижает несущую способность отдельных зон покрытий и является очагами их разрушения. При этом для перераспределения колесной

нагрузки между смежными плитами и обеспечения ровности покрытия в швах предусматривают стыковые соединения. В связи с этим появляется необходимость совершенствования конструктивных решений швов и их методов расчета в жестких покрытиях автомобильных дорог.

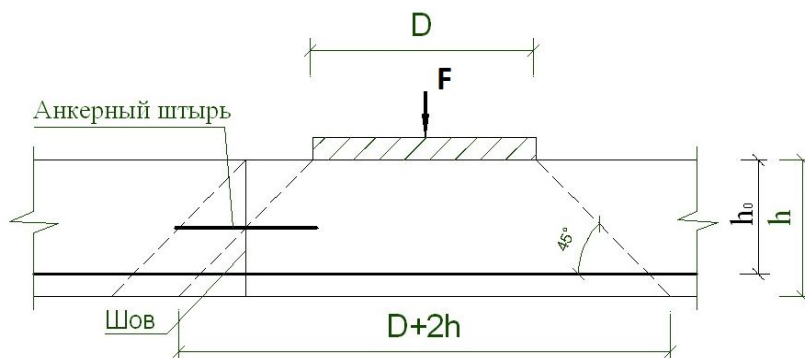


Рис. 1. Предлагаемая модель «пирамиды продавливания» для плит жесткого покрытия

В настоящей работе основной задачей определено изучение особенностей напряженно-деформированного состояния швов жестких покрытий, а также разработка методики расчета швов жестких покрытий с учетом нагельных сил поперечных швов при шпоночных продольных нагелях и поперечных сил в бетоне.

С целью продолжения и расширения экспериментальных исследований по аналогии традиционных решений, для создания шпунтового стыкового соединения в поперечных швах использованы неизвлекаемые круглые металлические стержни –шпунтообразователи в виде труб диаметром 50 мм, взамен использованных в ранних исследованиях сплошных стальных стержней диаметром 20 мм [3, 4].

Шпонки так же как продольные передаточные стержни, являются источниками концентраций напряжений в теле бетонных покрытий дорог. Опытами установлено, что шпоночная арматура оказывает определенное влияние на прочность вертикальных сечений бетонных элементов, хотя и значительно меньше, чем продольная арматура. Причем это относится к арматуре, расположенной поперек у грани шва.

Расчет на продавливание плитных конструкций (без поперечной арматуры) от действия сил, равномерно распределенных на ограниченной площади, согласно СНиП 2.03.01-84 «Бетонные и железобетонные конструкции» должен производиться из условия:

$$F \leq \alpha \cdot R_{bt} \cdot u_m \cdot h_0 \quad (1)$$

где:  $F$  – продавливающая сила;  $R_{bt}$  – расчётное сопротивление бетона осевому растяжению,  $\text{kN/m}^2$ ;  $\alpha$  – коэффициент учитывающий вид бетона;  $u_m$  – среднеарифметическое значение периметров верхнего и нижнего оснований пирамиды, образующейся при продавливании в пределах рабочей высоты сечения.

При определении  $u_m$  и  $F$  предполагается, что продавливание происходит по боковой поверхности пирамиды, меньшим основанием

которой служит площадь действия продавливающей силы, а боковые грани наклонены под углом  $45^\circ$  к горизонтали.

Для получения инженерных методов расчета, аналогично как СНиП 2.03.01-84 «Бетонные и железобетонные конструкции» предложенная модель [2] позволяет рассмотреть выражение (1) для жестких покрытий дорог следующим образом (см. рис. 1):

$$F \leq \alpha \cdot R_{bt} \cdot u_{m\partial} \cdot h; \quad (2)$$

$$u_{m\partial} = \frac{(e + e^1)}{2} = \frac{D + D + 2h}{2} = D + h; \quad (3)$$

где  $D$  – расчетный диаметр следа движущего автомобиля.  
Тогда:

$$F \leq \alpha \cdot R_{bt} \cdot (D + h) \cdot h; \quad (4)$$

Данный подход более полно и точно отражает общую картину работы жестких дорожных покрытий при решении инженерного метода расчета, что и подтверждаются картиной разрушения экспериментальных опытных образцов с трубчатыми шпонками и образцов без шпонок, где четко отражается направление наклонных трещин от низа швов к шпонке, далее с наклоном под углом примерно  $45^\circ$  к нижнему основанию (рис. 2).

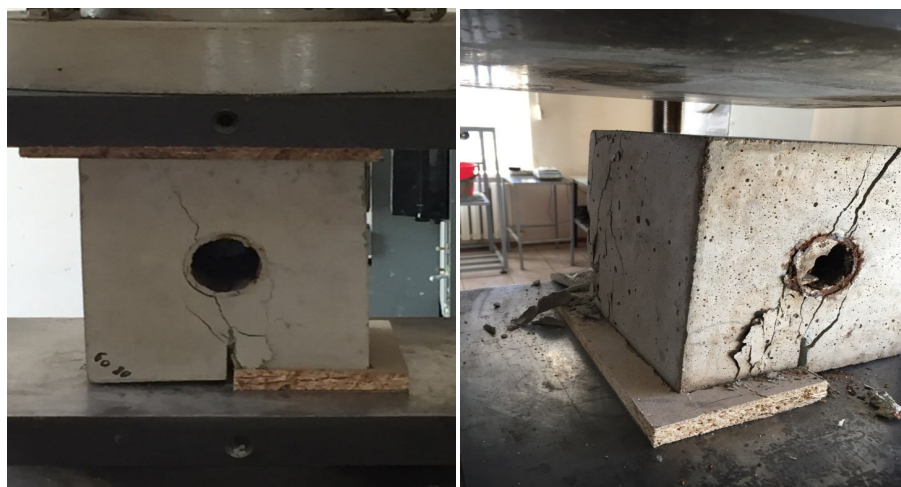


Рис. 2. Характер трещинообразований и разрушения образцов

После некоторых преобразований (4) можно получить квадратное уравнение, из которого определяется зависимость для установления толщины жестких покрытий дорог  $h$ :

$$h = \frac{-D \pm \sqrt{D^2 - \frac{4 \cdot F}{\alpha \cdot R_{bt}}}}{2}; \quad (5)$$



где: расчетный диаметр следа движущего автомобиля  $D=42$  см, согласно проведенным экспериментам расчетное сопротивление растяжению  $R_{bt} = 2,7$  МПа;  $F$  – продавливающая сила, кН, коэффициент учитывающий вид бетона  $\alpha=1$ .

С целью определения работоспособности формул (4) и (5) используем материалы экспериментов для образцов с металлическими шпонками [3].

По результатам экспериментальных исследований общая средняя кубиковая прочность бетона составляет 39,53 МПа.

Временное сопротивление бетона осевому растяжению в (МПа) можно определить по экспериментальной формуле:

$$R_{bt} = 0,233 \cdot \sqrt[3]{R^2} \quad (6)$$

$$R_{bt} = 0,233 \cdot \sqrt[3]{39,53^2} = 2,7 \text{ МПа}$$

По испытанным образцам их средняя прочность составило:

$$F_{cp} = (F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5 + F_6) =$$

$$= (33000 + 30750 + 25622 + 32625 + 34625 + 33875) / 6 = 31750 \text{ т.}$$

Ниже согласно этим данным экспериментов и расчетов нами построен график зависимости ( $h - F$ ) (рис. 3 и 4).

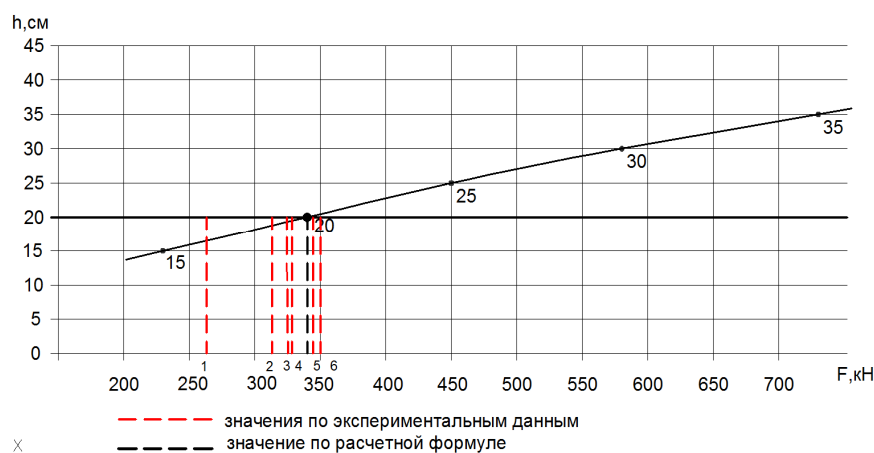


Рис. 3. График зависимости толщины бетонного покрытия от продавливающей силы по фактическому значению  $R_{bt} = 2,7$  МПа

Анализ результатов экспериментальных данных и расчетов, внесенные в графики показывают:

- определение показателя  $R_{bt}$  по СНиП 2.03.01-84 «Бетонные и железобетонные конструкции» дают завышенные значения толщины бетонных покрытий, следовательно закладывают большой запас прочности;
- график зависимости ( $h - F$ ) имеет криволинейный характер, свидетельствующий сравнительно более точном способе определения толщины.

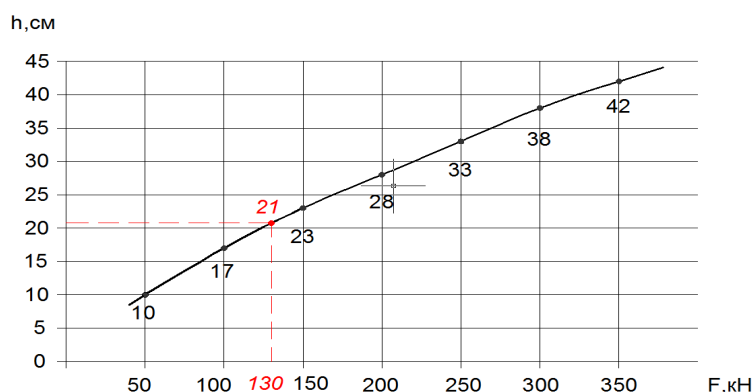


Рис. 4. График зависимости толщины бетонного покрытия от продавливающей силы по показателю  $R_{bt}=1,05 \text{ МПа}$  для класса бетона В25 по СНиП 2.03.01-84 «Бетонные и железобетонные конструкции» (красная точка: для международных автодорог с расчетной осевой нагрузкой  $P=130 \text{ кН}$ )

По первому графику четко вырисовывается, что результаты экспериментов прочности образцов с заданной высотой  $h=200 \text{ мм}$  совпадают с расчетным значением по формуле (5) и сосредоточены около расчетной величины разрушающей нагрузки  $F=340 \text{ кН}$  слева и справа. При этом большая часть прочности образцов имеют незначительно меньшие результаты, чем вычисленные значения по формуле (4). В целом, это показывает, что формула (4) действительно отражает общее напряженно-деформированное состояние шва покрытия по предложенной модели «пирамиды продавливания» без запаса прочности, для чего следует на наш взгляд, учитывать влияние среза наряду с растяжением к прочности бетона, путем введения коэффициента надежности по материалу, как это предусматривает все нормативные документы по строительству.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глушков, Г.Н. Жесткие покрытия аэродромов и автомобильных дорог [Текст] / Г.Н. Глушков [и др.]. – М.: Транспорт, 1987. – 255 с.
2. Усенбаев, Б.У. К определению шага нагелей жестких покрытий дорог [Текст] / Б.У. Усенбаев, Ж.Т. Иманбердиева // Материалы международной научно-практической конференции «Уркумбаевские чтения» «Водные ресурсы и пути их рационального использования в современных условиях». – Тараз, 2012. – С.101-104.
3. Усенбаев, Б.У. Конструктивное решение шпонок в швах жестких покрытий дорог [Текст] / Б.У. Усенбаев, Г. Айгабылова // Материалы междунар. научно-практ. конференции «III Уркумбаевские чтения» на тему «Справедливое и разумное использование природных ресурсов-путь в будущее». – Тараз: Тараз университеті, 2015. – Т.1. – 359 с.
4. Усенбаев, Б.У. Исследование шпоночных швов жестких покрытий дорог [Текст] / Б.У.Усенбаев, А.Капарова // Материалы X международной научно-технической конференции «Экология, строительство и архитектура», 07 марта 2014 г. – Минск, 2014. – С.67-71.

Материал поступил в редакцию 12.01.17.

**Б.У. Үсенбаев, Ж.Т. Иманбердиева, С.Ж. Таттібаев**

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

### **«ОПЫРЫЛУ ПИРАМИДАСЫ» МОДЕЛІ БОЙЫНША БЕТОНДЫ ЖОЛ ЖАБЫНДАРЫНЫҢ ҚАЛЫҢДЫҒЫН ЕСЕПТЕУ ТӘСІЛІ**

«Опырылу пирамидасы» моделі бойынша есептеудің инженерлік тәсілдерін шешудегі қатаң жол төсемелерінің жұмыстарына жаңа есептеу амалы ұсынылды. Эксперименталды мәліметтер мен есептеулер нәтижелеріне талдау жасалып, берілген эксперименттер мен есептеулерге сәйкес опырылатын күштермен қалыңдықтың байланыс графигі тұрғызылды.

**Түйін сөздер:** қатаң жол төсемелері, «опырылу пирамидасы» моделі, бетон, темірбетон, жабын конструкция.

**B.U. Usenbaev, Zh.T. Imanberdieva, S.Zh. Tattibaev**

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

### **THEORY OF DETERMINING THE THICKNESS OF THE CONCRETE COVER ROADS BY MODEL "PYRAMID PUNCHING"**

A new approach to the calculation of rigid pavements in the solution of engineering calculation method for "pushing the pyramid" model is presented. The analysis of results of experimental data and calculations are given. According to the experiments and calculations presented illustrative material in the form of a graph of the thickness of the punching force.

**Keywords:** rigid pavements, model "pyramid punching", concrete, reinforced concrete, slab construction.

УДК 699.853.5

**Б.У. Усенбаев<sup>1</sup>, Н.А. Шаншабаев<sup>2</sup>, Ә.Ә. Камал<sup>3</sup>, Н.Р. Искаков<sup>4</sup>**

*<sup>1</sup>Канд. техн. наук, доцент, <sup>2</sup>Магистр, ст. преподаватель, <sup>3</sup>Магистрант, <sup>4</sup>Студент  
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан*

*Электронная почта: <sup>1</sup>Boljam@mail.ru, <sup>2</sup>Nucho91@mail.ru,*

*<sup>4</sup>nursultan\_iskakov\_96@mail.ru*

### **ОБ АНТИСЕЙСМИЧЕСКОМ УСИЛЕНИИ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ЗАСТРОЙКИ**

В статье изложены подходы к обследованию и антисейсмическому усилению существующей застройки на территории Жамбылской области. Отмечена также цели программы по антисейсмическому усилению жилых домов, зданий и сооружений Жамбылской области.

**Ключевые слова:** антисейсмическое строительство, усиления, землетресения, обследование, сейсmobезопасность.

Антисейсмическое усиление жилых домов, зданий и сооружений признано одним из приоритетных направлений строительной отрасли Казахстана.

Землетрясения представляют реальную угрозу безопасной жизни людей. Примером этому служит последнее землетрясение у восточных берегов Японии 2011 года с магнитудой 9,0-9,1 баллов.

С 1908 года на территории Жамбылской области отмечены четыре 6-7 балльных землетрясений, два из которых имели силу 7 баллов. Так, 31 января 1908 года произошло землетрясение интенсивностью 7 баллов, в 1937 году 27 января зафиксировано землетрясение интенсивностью 6 баллов, а 2 ноября 1947 года отмечено землетрясение интенсивностью 5-6 баллов.

Последнее землетрясение на территории нашего города произошло 10 мая 1971 года, его интенсивность составляла 7-8 баллов. Для ликвидации последствий сейсмического воздействия была создана комиссия во главе с Госстроем КазССР. По результатам работы комиссии был составлен список строений, подлежащих сносу, в который вошли 48 общественных зданий, 15 школ, 13 детских садов и яслей, 11 объектов здравоохранения, 9 объектов культуры (всего 96 объектов). В список особо важных объектов, для которых разрабатывалась проектно-сметная документация на восстановительный ремонт, было включено 189 зданий.

В 2003 году имело место землетрясение в районе Луговое Жамбылской области. Зафиксированы большие количества разрушений частных строений, примеры которых приведены на рисунках 1 и 2.



Рис. 1. Обрушение стен и кровли жилого дома на станции Луговая



Рис. 2. Разрушения части стен жилого дома на станции Луговая

Во всем мире, в том числе и в нашей стране, проводятся мероприятия по снижению потерь от разрушительных землетрясений. Одним из реальных способов защиты является принятие своевременных эффективных мер по физическому усилению зданий и сооружений на основании заблаговременной оценки их состояния.

Наиболее важной задачей в комплексе борьбы со стихийными бедствиями является инженерная защита от землетрясений. В большинстве случаев разрушения существующих зданий, сооружений под воздействием сейсмических толчков зависят от состояния их конструкций.

**Анализ современного состояния.** Согласно СНиП РК 2.03-30-2006 по Жамбылской области в районах с сейсмичностью 7 и более баллов расположено 38 населенных пунктов. Зона повышенной сейсмической опасности охватывает города Тараз, Каратау, Шу, и части территории Т. Рыскуловского, Жуалынского, Байзакского, Кордайского, Жамбылского, Меркенского, Таласского и Шуского районов [1].

На территории области имеется 478 общеобразовательные школы, 244 объекта здравоохранения, 211 объектов культуры, 91 объект общественного, культурного и спортивного назначения, 158 административных зданий, 1996 многоквартирных жилых домов и другие объекты, расположенные в сейсмоопасных районах [2].

По информации, представленной акиматами городов и районов области, 229 объектов подлежат сносу, это в основном дома построенные из самана.

Существенным вкладом в решение задач сейсмического строительства является строительство и ввод в эксплуатацию новых объектов.

Работы по проверке технического состояния школ, больниц, дошкольных учреждений и других объектов массового скопления людей, многоэтажных домов с целью их безаварийного функционирования ведутся постоянно и плодотворно. Однако выполнение всех этих работ недостаточно для обеспечения безопасной эксплуатации зданий и сооружений вследствие очень большого объема необходимых работ по антисейсмическому усилению ранее введенных в эксплуатацию зданий и сооружений области.

Работы по предварительному обследованию и паспортизации зданий на сейсмостойкость выполнялись зачастую самими предприятиями с привлечением неквалифицированных в данной отрасли специалистов.

Планомерное проведение работ по паспортизации зданий и сооружений социально значимых объектов и объектов жизнеобеспечения существующей застройки на сейсмостойкость проводилось ранее. Но состояние конструкций за этот период из-за естественного износа постоянно изменялось.

Кроме того в соответствии с сейсмологическими данными застройка жилого сектора большинства населенных пунктов области должна производиться по 8 бальной системе. Жилищное строительство до 70-х годов прошлого века производилось с расчетом на 7 бальное землетрясение.

Поэтому на сегодняшний день существует проблема усиления конструкций и повышение эксплуатационных характеристик жилых домов первых серий массовой застройки, тем более при их перепланировке и реконструкции. Примером тому может служить разрушения построек в Луговском районе и их усиления (рис. 3). Расчеты показывают, что любая реконструкция жилых домов обойдется в два раза дешевле, чем снос и постройка новых [3].



Рис. 3. Усиление стены и фундамента жилого дома в ауле Кызылшаруа

Обеспечение сейсмостойкости существующих застроек остается одним из главных задач. Экономический рост сам по себе не сможет гарантировать благополучия граждан области.

В 1998, 2001 и 2006 годах введены в действие республиканские нормы «Строительство в сейсмических районах», где изменены требования к строительству сейсмостойких зданий и введена новая глава по оценке сейсмобезопасности зданий существующей застройки.

Здания, построенные без учета современных норм сейсмостойкого строительства требуют выполнения мероприятий по антисейсмическому усилению. Имеющийся объем информации по сейсмоопасным объектам по ряду причин не отражает в полной мере существующую картину. Для оценки реального состояния дел и выявления несейсмостойких зданий и сооружений необходимо проведение мероприятий по их предварительному обследованию.

Постановление Правительства Республики Казахстан от 18 марта 2010 года №218 и распоряжения Премьер-Министра РК от 2 марта 2006 года №43-р «Об утверждении Плана мероприятий по реализации задач, поставленных Главой государства по вопросам сейсмической опасности и прогнозу землетрясений в Казахстане» предусматривает решение указанных выше проблем.

Целью программы является максимальное повышение сейсмической безопасности, снижение социального, экономического, экологического риска в сейсмически опасных районах Жамбылской области, снижение ущерба от разрушительных землетрясений путем усиления и реконструкции существующих сооружений.

Основными задачами программы являются:

- 1) разработка карт сейсмического микрорайонирования крупных населенных пунктов области и определение несейсмостойких зданий;
- 2) подготовка ПСД и определение необходимого объема средств для финансирования строительного-монтажных работ по капитальному ремонту с антисейсмическим усилением зданий и сооружений;

3) осуществление мероприятий по сейсмическому усилению объектов здравоохранения, образования, промышленного назначения и др. в сейсмически опасных районах.

Реализация программы позволит решить задачи, поставленные Главой государства и Правительством РК по вопросам сейсмической опасности и прогнозу землетрясений, обеспечить сейсмостойкость зданий и сооружений на территории области при землетрясении и различных техногенно-аномальных явлениях, что в свою очередь будет способствовать избежанию людских жертв и сохранению материально-технических ресурсов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНиП РК 2.03-04-2001 «Строительство в сейсмических районах» [Текст]. [?].
2. СНиП РК 2.03-30-2006 «Строительство в сейсмических районах» [Текст]. [?].
3. Тулеев, Т.Д. Повреждение зданий и школ в селах Кызылшаруа и Акбулак по результатам последствий Луговского землетрясения [Текст] / Т.Д. Тулеев, С.Д. Алдаков, Е.М. Шокбаров // Современное сейсмическое строительство. Тезисы докладов Международной конференции. – Алматы: ИС МОН РК, 2004. – С.75-77.

*Материал поступил в редакцию 02.02.17.*

**Б.У. Усенбаев, Н.А. Шаншабаев, Ә.Ә. Камал, Н.Р. Искаков**

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

#### **ҚОЛДАНЫСТАҒЫ ҒИМАРАТТЫ АНТИСЕЙСМИКАЛЫҚ КҮШЕЙТУ ТУРАЛЫ**

Мақалада Жамбыл облысы аймағында қолданыстағы ғимараттарды антисейсмикалық күшейту және зерттеу жұмыстары жайлы баяндалған. Сонымен қатар, Жамбыл облысының тұрғын үйлерін, ғимараттары мен құрылымдарын антисейсмикалық күшейту бағдарламасының мақсаттары келтірілген.

**Түйін сөздер:** антисейсмикалық құрылыс, күшейту, зілзала, зерттеу, сейсмоқауіпсіздік.

**B.U. Ussenbayev, N.A. Shanshabayev, A.A. Kamal, N.R. Iskalov**

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

#### **AN ANTI-SEISMIC REINFORCEMENT OF THE EXISTING BUILDING**

The article describes the approaches to the survey and the anti-seismic enhancement of the existing buildings on the territories of the Zhambyl region. The objectives of the program on anti-seismic enhancement of residential buildings, buildings and structures of the Zhambyl region were also noted.

**Keywords:** antiseismic construction, amplification, earthquake, survey, seismic safety.



УДК 691.53

М.Т. Ногайбекова<sup>1</sup>, Э.Ш. Испанова<sup>2</sup><sup>1</sup>Ст. преподаватель, <sup>2</sup>ИнженерТаразский государственный университет им. М.Х.Дулати, г. Тараз, Казахстан  
Электронная почта: <sup>2</sup>ispanova\_elvira@mail.ru**КЛАССИЧЕСКИЕ И СОВРЕМЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ РАСТВОРЫ**

В статье приведены характеристики различных современных строительных растворов и их связь с классическими растворами. Даны описания функциональных характеристик строительных растворов. Описаны также истории их происхождения, методы изготовления и сферы их применения. Представлена постепенная тенденция эволюции и развития строительных растворов с древних времен. Изложено важное значение древних строительных растворов Вавилонии, Этрурии, Египта, Месопотамии, Древнего Рима, Средней Азии, Китая и других стран и регионов в формировании современных строительных растворов.

**Ключевые слова:** растворы, штукатурка, песок, известь, кирпич, бетон, гипс, водонепроницаемость.

Архитектура – это искусство проектирования и строительства сооружений, решающее эстетические и социальные задачи. Архитектура входит в триаду главных искусств: живопись, скульптура, архитектура.

Использование штукатурной смеси в архитектуре восходит к глубокой древности. Можно сказать, что штукатурка появилась с тех пор, как люди научились строить первые дома. Изначально штукатурная смесь состояла из самых доступных материалов – глины и соломы. В Анатолии и Сирии были найдены следы штукатурки, которым 9000 лет. Египтяне 5000 лет назад обжигали гипс, измельчали его в порошок и затем смешивали полученный порошок с водой. Стены и фрески древних греков и римлян были написаны на мелкозернистых твердых поверхностях из гипсовой штукатурки, мраморной пыли и клея. Методы применения штукатурного раствора были разработаны итальянцами в эпоху Возрождения и получили распространение по всей территории Европы. С развитием технологии, менялось и качество штукатурки, появились такие прочные материалы, как гипс и цемент, они вместе с известью и составляют основу современных штукатурных растворов.

Одним из самых древних и в то же время современных, несложных в выполнении и недорогих в стоимости растворов являются растворы для обычных штукатурок: цементные, известковые, цементно-известковые, цементно-глиняные, гипсовые, известково-гипсовые, глиняные, глино-известковые.

Цементные растворы применяют для внешних штукатурок с систематическим увлажнением и внутренних штукатурок в помещениях с относительной влажностью воздуха свыше 60%. Для повышения водостойкости цементных растворов желательно применять гидрофобизирующие добавки, например кремнийорганические жидкости (ГКЖ-10, ГКЖ-11 в количестве 0,05...0,2% от массы цемента). Ориентировочные соотношения цемента и песка по объему: для набрызга – 1:2,5:4; грунта – 1:2:3; покровного слоя – 1:1:1,5 [1].

Введение извести резко повышает пластичность растворов. Расход известкового теста зависит от назначения слоя. Для набрызга вводят обычно



0,5...0,7, для грунта – 0,7...1, покровного слоя 1...1,5 объемных частей извести. Изготавливают цементно-известковые растворы двумя способами:

1) сухую песчано-цементную смесь увлажняют известковым молоком до необходимой подвижности;

2) добавляют цемент в известково-песчаный раствор.

В цементно-глиняных растворах отношение объема глиняного теста к объему цемента не должно превышать 1,5...1. В этих растворах на одну объемную часть известкового теста плотностью  $1400 \text{ кг/м}^3$  приходится разное количество объемных частей песка: для набрызга – 2,5...4, для грунта – 2...3 и для покровного слоя – 1...2 части. Известь лучше вводить в раствор в виде известкового молока. Главный недостаток известковых растворов – медленное твердение. Процесс твердения ускоряют, добавляя строительный гипс. Обычно рекомендуют следующий состав известково-гипсовых растворов, частей по объему: для набрызга – 1:(0,3...1):(2...3), грунта – 1:(0,5...1,5):(1,5...3) и покровного слоя – 1:(1...1,5). Для повышения их водостойкости в раствор вводят гидравлические добавки – трепел, диатомит, шлаки, золы ТЭС и т.п.

Глиняные и глино-известковые растворы используют для внешней и внутренней штукатурки деревянных и каменных стен, а также перегородок при эксплуатации сооружений в сухом климате с относительной влажностью воздуха внутри помещений до 60%. Соотношение глиняного теста и песка по объему колеблется от 2,5 до 5 и зависит от жирности глины. К жирным принадлежат глины с содержанием песка до 5% и плотностью теста  $1300...1400 \text{ кг/м}^3$ , нормальным – соответственно 15% и  $1400...1500 \text{ кг/м}^3$ , тощим (суглинкам) – до 30% и  $1500...1600 \text{ кг/м}^3$  [1].

По составу  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  волокнистая разновидность гипса называется селенитом, а зернистая – алебастром [1]. Гипс является типичным осадочным минералом. Встречается гипс в пластах осадочных пород в форме чешуйчатых, волокнистых или плотных мелкозернистых масс; в виде бесцветных или белых кристаллов (рис. 1), иногда окрашенных захваченными ими при росте включениями и примесями в бурые, голубые, желтые или красные тона (рис. 2). Исследования, проводимые археологами, показали, что впервые натуральный гипс начал использоваться около 9000 г. до н.э. в Анатолии (сегодняшняя Турция). В династическом Египте в 5000 - 3400 г. до н.э. начал впервые применяться жженный гипс. Наряду с илом из Нила он применялся для растворов при строительстве сфинксов, а также для стеной штукатурки и полов в гробницах (Гутанхамона). Из алебаstra получают строительный гипс, высокопрочный гипс, гипсоцементно-пуццолановое вяжущее гипса.

В Месопотамии, Вавилоне, Ассирии натуральный гипсовый камень применялся в качестве строительного материала растворов для внутренних и наружных работ. В Греции - Микены (Крит), дворец Кносса (2000-1400 г. до н.э.) – гипсовый камень применялся для облицовки полов и стен. В то время гипсовые строительные растворы еще не применялись. В Древней Греции и в Риме в III веке до н.э. из гипса и из стукко-раствора выполнялись внутренние штукатурки – часто декорированные, а также величественные статуи.

Акустическая штукатурка – штукатурка, которая изготавливается из различных вяжущих и легких заполнителей (керамзит, пемза и т.п.). Акустическая штукатурка применяется в отделочных работах для увеличения звукопоглощения ограждающих конструкций. Теплоизоляционные и акустические растворы содержат легкие пористые заполнители: перлит, пемзу, шлак и т.п.



Рис. 1. Гипсовый песок из национального памятника природы «Белые пески» (Уайт-Сэндз) штата Нью-Мексико (США)



Рис. 2. Игольчатые кристаллы гипса (окраина озера Торренс)

Тонкослойные штукатурки выполняются обычно из готовых порошкообразных и мастичных смесей и обладают как декоративной, так и защитной функцией, образуют слой, стойкий к атмосферному, в том числе ультрафиолетовому воздействию, а также механическим повреждениям. Легкие штукатурки улучшают теплоизоляционные свойства стен, сохраняют нужный микроклимат внутри помещений, обеспечивают выполнение специальных требований: экранирование радиоволн, защиту от рентгеновского излучения, шума и т.д. [1]. Впервые венецианская штукатурка была получена в эпоху Ренессанса в Венеции на основе мраморной пыли, извести, растительных красителей и воды. В настоящее время подобные штукатурные составы обязательно содержат акриловые связующие. Полимерные штукатурки стойки к атмосферным влияниям, ударостойки, гидрофобны, паропроницаемы, легко наносятся на поверхности конструкций, не вредны для здоровья людей. Венецианская штукатурка предусматривает «подпрессовку» нескольких тонких полупрозрачных слоев материала. Благодаря игре отраженных лучей света, проходящих через толщу покрытия, венецианская штукатурка напоминает полированный мрамор. Технология получения покрытия включает операции заглаживания, «железнения» и полирования шпателем каждого слоя. Готовое покрытие имеет толщину 3...5 мм, характеризуется высокой паропроницаемостью, что создает в помещении хороший микроклимат. Венецианская штукатурка позволяет художникам создавать на ее поверхности декоративные панно, роспись делается по влажному последнему слою специальными пигментами.

Терразитовые растворы изготавливают обычно из сухих цветных смесей. Для определения подвижности терразитовых смесей непосредственно на объекте имеется несколько способов. Подвижность считают достаточной, если смесь не осыпается при нанесении на вертикальную загрунтованную поверхность слоем 6...8 мм для мелкозернистого, 8...10 мм – для среднезернистого и 10...12 мм – для крупнозернистого терразита. После двух-трехчасовой выдержки при нормальной температуре изделия обрабатывают горячим паром [1]. Для повышения водонепроницаемости и морозостойкости декоративного слоя, уменьшения его загрязнения во время эксплуатации эффективна обработка растворами кремнийорганических соединений. Терразитовой штукатуркой покрыты фасады многих многоэтажных жилых домов и административных зданий, судов, таможи в

нашем городе Тараз, построенных еще в советское время. Надо сказать, что фасады вышеназванных зданий выглядят очень хорошо до сих пор, не потеряли своего цвета, не имеют трещин.

Для изготовления водонепроницаемых расширяющихся растворов рекомендуют комплексную добавку, содержащую, в массовых частях: алюминиевую пудру – 0,01, хлорид кальция – 2, сульфат алюминия – 2, лигносульфонаты технические – 0,1. Технология изготовления растворов состоит в раздельном растворении в воде сульфата алюминия и других добавок, введения их вместе с водой затворения в растворосмеситель с сухой смесью цемента и песка.

Для изготовления водонепроницаемых растворов повышенной кислотостойкости применяют калиевое жидкое стекло. Растворы на жидком стекле быстро схватываются (через 2...5 мин), поэтому их следует готовить в небольшом количестве. Учитывая, что жидкое стекло неустойчиво по отношению к содержащемуся в воздухе углекислому газу, покрывочный слой растворов на жидком стекле выполняют из цементного раствора. Кислотостойкие растворы изготавливают из смеси кислотостойких заполнителей и дисперсных наполнителей с кремнефторидом натрия, замешенной на жидком стекле.

Жидкое стекло – воздушное вяжущее вещество, представляющее собой водный раствор щелочных силикатов (силикат-глыбы или гранулята) состава  $R_2O \cdot nSO_2$ , где  $R_2O$  –  $Na_2O$  или  $K_2O$ ,  $n$  – модуль стекла. Натриевое жидкое стекло в зависимости от вида исходного полуфабриката разделяют на содовое с  $n = 2,31...3,5$  и плотностью  $1,36...1,5$  г/см<sup>3</sup> и содово-сульфатное с  $n = 2,31...3$  и плотностью  $1,43...1,45$  г/см<sup>3</sup>. Калиевое жидкое стекло имеет  $n = 3...4$ , плотность  $1,4...1,42$  г/см<sup>3</sup>. Заполнителями кислотостойких растворов являются кварцевый песок, а также пески из измельченного гранита, андезита, базальта и других пород. Содержание кремнефторида натрия, являющегося отвердителем жидкого стекла, составляет около 15% массы жидкого стекла. Для повышения водостойкости кислотостойких растворов к ним добавляют активные минеральные добавки – трепел, диатомит и т.п.

К распространенным водонепроницаемым растворам относятся растворы с добавкой церезита, получаемого из олеиновой кислоты, извести, аммиака, водного раствора серноокислого аммония. В растворы церезит вводят в виде церезитового молока, содержащего на 1 часть добавки 10 частей воды. Применяют водонепроницаемые растворы с добавкой церезита следующих составов (объемн. ч.): цемент – 1, глина – 0,1...0,2, церезит – 0,12, песок – 2...3. Церезитовые растворы используют не позднее чем через час после их приготовления. Водонепроницаемость цементных растворов обеспечивают, кроме указанных, добавки битумных эмульсий, латексов, других полимеров, а также гидрофобизирующих и пластифицирующих поверхностно-активных веществ. Надежно служат гидроизоляционные растворы, нанесенные методом торкретирования.

Для гидрофобизации штукатурных покрытий их пропитывают растворами кремнийорганических гидрофобизаторов 3...5%-ной концентрации. Применение растворов более высокой концентрации может вызвать появление на защищаемой поверхности белого налета.

Камневидными штукатурками отделывают в основном фасады и цоколи монументальных сооружений. Основным вяжущим является цемент; известковое тесто вводят в количестве 10...20% для придания растворным смесям пластичности и разбеливания цемента. Как заполнитель используют

обычно крошку имитируемой горной породы. Камневидное покрытие из раствора с углубленной крошкой декоративных горных пород изготавливают, формируя панели лицевой поверхностью вверх. Необходимый цвет покрытия создают введением пигментов или обработкой слоя раствора пигментированным цементным молоком, изготавливаемым в механических смесителях или гидродинамических диспергаторах. После обработки горячим паром фасадную поверхность панелей моют водой, очищают металлической щеткой и обрабатывают гидрофобными веществами. Для предупреждения высолообразования эффективно использование гидрофобизирующих добавок (ГКЖ-10, ГКЖ-11, СНВ, мылонафт и др.).

Растворы на основе коллоидного цементного клея (КЦК) имеют повышенную прочность и адгезию к бетонам, сравнительно низкое водопоглощение. КЦК – это продукт совместного вибропомола цемента и кварцевого песка в соотношении 7:3 по массе. Удельная поверхность смеси должна быть не менее 500 м<sup>2</sup>/кг. Для изготовления окрашенного КЦК используют цветные портландцементы или добавление к белому цементу при помоле щелочестойких пигментов. Сухую смесь клея, приготовленную на заводе и централизованно доставленную на объект в полиэтиленовых мешках, сохраняют не более 15 суток. Штукатурные растворы на основе КЦК можно изготовить смешиванием клея с песком и водой. Если нужна штукатурка с повышенной водостойкостью, в раствор добавляют гидрофобизаторы типа ГКЖ. Используют кварцевые пески с крупностью зерен до 1 мм, а также пески, являющиеся продуктом измельчения горных пород (мрамор, гранит, известняк) с пределом прочности при сжатии не ниже 40 МПа [1].

Сту́кко – искусственный мрамор, высший сорт штукатурки; материал для отделки стен, архитектурных деталей и скульптурного декора [2]. Простой, сравнительно дешёвый и легко поддающийся обработке материал изготавливается из обожжённого и измельчённого гипса с квасцами и клеем, иногда с добавлением мраморной пудры и крошки, также мела, извести, алебаstra и других материалов (рис. 3). Высыхая, стукко приобретает белый цвет и большую прочность, после полировки принимает вид мрамора. Был известен уже в Древнем Египте, широко применялся в искусстве Древнего Рима, позднее в искусстве Возрождения и Нового времени, в России – с XVIII века.



Рис. 3. Стукко на фасаде.  
Дворец Домбских Торунь

В области строительства римлянам принадлежит важнейшее изобретение – жидкий камень, который обладал необходимой прочностью, но был легче обычного камня. Бетон стал неотъемлемой частью жизни современного города, мы давно привыкли к нему, но многие и не задумываются, что его изобретение было поистине революционным событием в данной отрасли.

Бетон, созданный римлянами, являлся смесью щебня, песка, извести, вулканического пепла и пуццолана. Его отличительной особенностью было то, что материал этот можно было заливать практически в любые формы при создании различных сооружений. При этом он был чрезвычайно крепким. Изначально римские архитекторы пользовались им при создании мощных оснований для алтарей, но со II века до нашей эры с бетоном начали экспериментировать, создавая из него автономные формы.

Уже более две тысячи лет стоит выдающийся образец храма-ротонды, величественный храм Богов, римский Пантеон – самая известная конструкция из бетона. До сегодняшнего дня строение это является крупнейшим неармированным сооружением в мире. Это нововведение можно считать значительным усовершенствованием старого этрусского и греческого прямоугольного архитектурного стилей, в которых требовалось по всему периметру здания располагать колонны и тяжелые стены [3]. Диаметр купола Пантеона – примерно 43 м. Большепролетное купольное пространство храма было в буквальном смысле непревзойденным вплоть до прошлого века. Римские зодчие сумели добиться большой надежности конструкции и обеспечить рациональное распределение нагрузок. Они умело применяли различные строительные материалы, используя туф, травертин, различные виды легкого заполнителя бетона – пемзовый и кирпичный щебень. У бетона были и другие преимущества – он был пожаробезопасным и недорогим. При этом он обладал некоторой гибкостью, что позволило ему пережить землетрясения, которые совсем не были редкостью для вулканического полуострова. Введением в него добавок из вулканического песка (пуццолана) римляне добивались особой прочности и водонепроницаемости. Бетон оказался необычайно экономичным по затратам и очень простым в производстве.

Самым известным и грандиозным римским театром вне всяких сомнений является еще один знаменитый памятник истории и архитектуры римский Колизей [3], возведенный в I веке нашей эры. Зодчие того времени потрудились над его возведением на славу. Габариты этого эллиптического по своей форме сооружения – 156 на 188 м по осям и почти 50 м в высоту. Вместительность – 50 тысяч человек. Конструктивная основа строения – 80 радиально направленных стен и столбов, несущих своды перекрытий. Кроме того, поперечные и кольцевые проходы, распределительные галереи, система лестниц, связывающая внутренние помещения с расположенными по всему периметру выходами обеспечивают пятиминутную эвакуацию людей. Здесь впервые в здании столь грандиозного масштаба достигнуто слияние сводчато-арочного принципа конструкций с бетонной техникой (рис. 4). Столь развитая конструкция указывает, вероятно, на долгую предшествующую эволюцию. Наружная стена сложена из травертиновых квадратов; в верхней части она состоит из двух слоев: внутреннего из бетона и внешнего из травертина. Для облицовочных и прочих декоративных работ широко использовался мрамор и стукковая штукатурка. С большим пониманием свойств и работы материала зодчие сочетали различные породы

камня и составы бетона. В элементах, испытывающих наибольшие напряжения (в столбах, продольных арках и пр.), применен самый прочный материал – травертин; радиальные стены из туфа облицованы кирпичом и частично разгружены кирпичными арками; наклонный бетонный свод в целях облегчения веса имеет в качестве заполнителя легкую пемзу. Кирпичные арки различной конструкции пронизывают толщу бетона как в сводах, так и в радиальных стенах. «Каркасная» структура Колизея была функционально целесообразной, обеспечила освещение внутренних галерей, проходов и лестниц, экономна по затрате материалов.

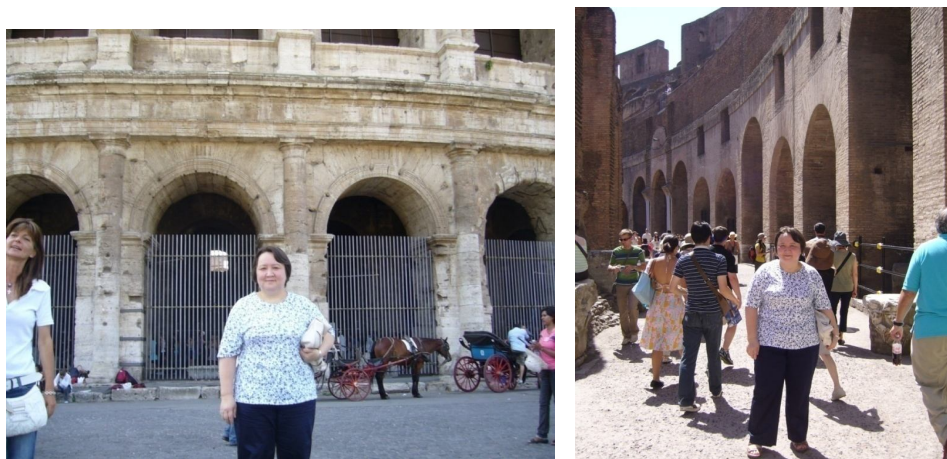


Рис. 4. Колизей. Рим

Развитие римского бетона началось с применения известкового раствора в бутовой кладке. Подобный строительный прием в эллинистическое время был широко распространен. Отличие римского бетона от обычных известковых растворов заключается в том, что вместо песка в нем использовались пуццоланы – вулканические пески, названные по месту добычи (г. Поццуоли – древние Путеолы). Применение пуццолана вместо песка в строительном растворе было вызвано отсутствием хороших сортов песка в этой части Италии. Пуццоланы оказались лучшим вяжущим средством в растворе [4], так как придавали ему водонепроницаемость, прочность и способствовали его быстрому схватыванию. Первоначально бетон использовался только для заполнения пространства между стенами из тесаного камня. Размеры камней, закладываемых в бетон, постепенно уменьшались, смесь становилась все более однородной и бетон превращался таким образом в самостоятельный строительный материал, хотя облицовка наружных поверхностей камнем сохранялась. Первоначально поверхность стены состояла из небольших камней неправильной формы, связанных с ядром стены и друг с другом бетонным раствором. Это так называемая неправильная облицовка – инцерт (*opus incertum*). Постепенно появляется (с 90-х годов I в. до н.э.) тенденция придавать камням все более правильную форму и, наконец, с середины I в. до н.э. входит в употребление ретикулат – сетчатая кладка (*opus reticulatum*), при которой внешняя поверхность бетонной стены облицовывается небольшими, тщательно уложенными камнями пирамидальной формы (рис. 5). Плоские основания их выходят наружу и образуют сетчатый узор, а остроконечные концы погружены в бетонное ядро стены.



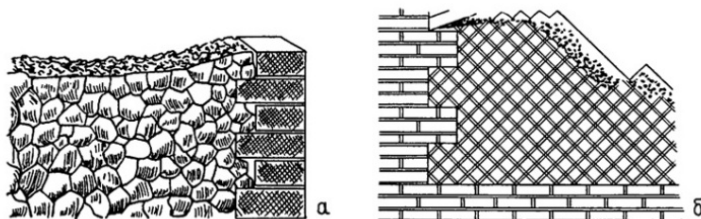


Рис. 5. Способы облицовки: а – инцерт; б – ретикулат

Первым из дошедших до нас монументальных сооружений в этом новом виде техники является портик Эмилиев [4], бывший огромным складом зерна в Эмпории (порт Рима вниз по течению Тибра). В 174 г. до н.э. было построено здание портика. Он представлял собой большое прямоугольное в плане, вытянутое вдоль набережной здание (487×60 м), разбитое внутри на 50 коротких поперечных нефов 49 рядами столбов. Здание ступенями поднималось от берегов Тибра, и каждый неф был перекрыт ступенчатым цилиндрическим сводом пролетом 8,3 м. На фасаде из тесаного туфа каждому нефу соответствовала секция, отделенная от соседних пилястрами. Каждый неф выражен на фасаде: внизу большим арочным пролетом, наверху двумя окнами меньшего размера также с полуциркульным завершением (рис. 6). Стены здания выполнены из серого бетона очень хорошего качества, поверхность их облицована инцертom; из прямоугольных блоков того же материала выполнены углы здания и клинчатые арки над дверными и оконными проемами. Портик Эмилиев является выдающимся памятником раннеримского строительного искусства.

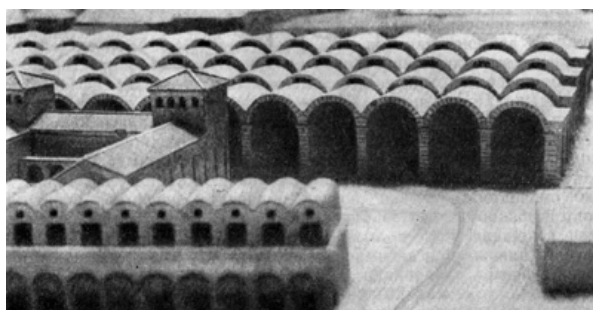


Рис. 6. Портик Эмилиев

В качестве вяжущего в Древней Греции и Риме широко применялась известь [4], причем строительными правилами Древнего Рима запрещалось применять для кладок известь, не достигшую трехлетнего возраста с момента затворения. Растворы для кладки стен приготавливались из одной части известкового теста и трех частей песка. Штукатурные растворы приготавливались из извести, причем в качестве наполнителей и добавок применялся преимущественно речной песок, а также различные примеси вулканического происхождения (пуццолан, трасс, толченый кирпич, мраморная крошка и т.п.). Монолитные портовые сооружения возводились из бетона, приготавливаемого из извести и щебня в пропорции 1:3, а при использовании старого щебня, т.е. бывшего в употреблении, – 2:5.

Вязущими растворами в кладках из обожженного кирпича были лессовая глина и местный алебастр [5], называемый в Средней Азии «гажа» или «ганч». Кладка на глиняном растворе, приготовленном из выдержанного материала, была устойчива и надежна; это видно на примере мавзолея Фахр-ад-рази (XI в.) и мавзолея Надж-ад-дин кубра (XVI в.) в Куня-Ургенче. В них на глине выложены фундамент и стены, а вышерасположенные части – на ганче.

В качестве раствора для кладки ганч почти никогда не применялся в чистом виде, а еще в сухом состоянии смешивался в лессом или песком в пропорциях от 1:1 до 1:3, причем старые мастера предпочитали в кладке ганч крупного размола, считая раствор из такого материала наиболее надежным. Крупнозернистый ганч схватывается немного медленнее, чем мелкий, и постепенное наращивание механической прочности стимулируется продолжающимся набуханием отдельных зерен раствора уже в «постели» в течение длительного времени (примерно года). В ганчевые растворы добавляли, кроме упомянутых лесса и чистого песка, также кирпичную муку, золу и толченый уголь. В мавзолее Ходжа Ахмета Яссауи в г. Туркестане арка была сложена из обожженного кирпича на смолообразном растворе желтовато-серого цвета с высокими эластичными свойствами. Раствор этот представлял собой смесь с песком и лессом; на кирпич он наносился в подогретом виде и схватывался с ним необычайно прочно. Такой скрепляющий раствор в кладке стен, арок, сводов, куполов и других ответственных частей здания мог обеспечить сооружению исключительную долговечность даже в условиях частых и достаточно сильных землетрясений. Исходя из принципа, что применение эластичных растворов является одним из действенных методов предохранения кирпичных конструкций от разрушения при сейсмических воздействиях, зодчие Средней Азии доводили толщину постельных швов в кладке почти до толщины самого кирпича. Поэтому в среднеазиатских монументальных сооружениях количество ганчевого раствора иногда доходит до 90% объема всей кладки. Ряд кирпича, который располагался на стыке фундамента и цоколя и укладывался на тощем растворе, зачастую более низкой прочности, чем ганчевый раствор в обычной кладке, допускал возможность раскрытия трещин в основании стен для снижения усилий в остальной кладке. Этот прием аналогичен используемому в настоящее время методу выключающихся связей. Даже в условиях знойного лета в Средней Азии хорошо замешанная «вызревшая» чистая глина не пересыхает под слоем лессовой засыпки в 40...50 см. Это обстоятельство было использовано строителями для создания остроумнейших конструкций, антисейсмический характер которых не вызывает никаких сомнений. Почти все монументальные кирпичные сооружения Средней Азии возведены на фундаментах, в подошвах которых устраивались подушки из чистой глины. Это можно проследить, начиная с сооружений X в. и вплоть до памятников XVII столетия. Котлован, вырытый под фундамент будущего сооружения, заполнялся на 60...70 см плотной массой сырой гончарной глины, по возможности выдержанной и свободной от каких бы то ни было примесей; на чистой подушке укладывалась и подошва фундамента, кладка которой вывелась, по крайней мере в нижних рядах, также на глиняном растворе. Обычно подушка под фундамент выполнялась гораздо шире, чем его подошва. Если кладка фундамента осуществлялась на глине только в нижних рядах, то постепенно кверху в



глиняный раствор добавлялся ганч, так что иногда можно даже проследить, как по рядам кладки раствор становится все светлее и светлее.

Цокольная часть в монументальных сооружениях [5] Средней Азии также использовалась как зона размещения антисейсмических конструкций. Одной из них следует признать прослойку в один ряд кирпича, которая располагалась на стыке фундамента и цоколя. Этот ряд кирпича укладывался на самом тощем растворе, например на чистом ганче или на растворе лесса с добавкой 70...80% песка. Такие прослойки обнаружены во многих памятниках, их роль важна при горизонтальных толчках, когда сейсмические воздействия как бы выталкивают фундамент из-под сооружения. Принципиально такая прослойка и была тем заранее подготовленным слоем, амортизирующим передачу усилий к вышележащим частям здания [5]. Эта идея, логически развиваясь далее, была заложена в устройстве так называемых «подушек» или «камышовых поясов». Каждый такой пояс представляет собой слой камыша, уложенный на слой строительного раствора, нанесенного по верхнему ряду кладки фундамента. Этот слой раствора сглаживал все неровности кладки. Предварительно нарезанные по ширине стены камыша укладывались перпендикулярно плоскости стены ровным слоем в 8...10 см. На камышовую подушку наносился слой очень тощего раствора, по которому укладывался вновь ряд кирпичей и затем как обычно возводилась дальнейшая кладка. Эти камышовые подушки наряду с антисейсмическими выполняют функции гидроизоляционных прокладок и предохраняют стены от коррозии. Если камышовых поясов укладывалось два, то второй слой располагался в верхней части цоколя. Так, например, в мечети Хонако в Чор-Бухаре фундамент, выведенный на поверхность, прерывался первой камышовой прокладкой, на которую уложен один ряд крупных блоков; эти блоки, в свою очередь, можно рассматривать как кладку цоколя. По этому ряду камней расположен второй камышовый пояс, выше которого возводилась кладка из кирпича на ганчевом растворе. С течением времени подушка, естественно, садилась, но сжимаясь, не деформировала стеблей камыша и не ломала их. Находясь выше уровня земли, камыш постоянно проветривался и не загнивал. Ганчевая штукатурка внутренних стен, как правило, обрывается на линии верхнего камышового пояса, кладка цоколя не оштукатурена, и, таким образом, подушка находится под постоянным воздействием воздуха. Есть несколько вариантов размещения антисейсмических подушек, но принцип применения этих эластичных конструкций, как основная идея антисейсмических мероприятий, остается ненарушенным. Камышовые пояса применялись также при возведении жилых домов, где камыш укладывался между двумя последними рядами кирпичной кладки цоколя. Все приведенные конструктивные мероприятия являются антисейсмическими. Прослеживается такая линия. Сейсмические силы приходятся прежде всего на пластичную глиняную подушку под подошвой фундамента. Отсюда смягченный толчок передается кладке фундамента, где пластичный раствор погашает еще часть усилий, и воздействие передается далее к земляной прослойке и камышовому поясу. Этот последний в данном случае работает, как амортизатор, так как пластичный слой камыша не в состоянии передать полученный толчок с той интенсивностью, с какой он может быть передан обычной кладкой. Далее, к верху усилия постепенно все более и более затухают в слоях эластичного ганчевого раствора кирпичной кладки стены. Камышовые прокладки в основании стен можно рассматривать как предшественников применяемых в

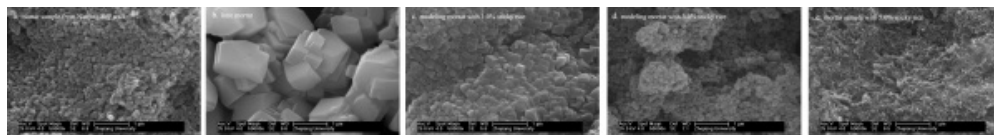
настоящее время для сейсмостойких сооружений различных типов резиновых, фторопластовых и других прокладок.

В X в. связи с принятием христианства на Руси стали появляться каменные здания – церкви, сооружаемые в основном византийскими мастерами при участии русских мастеров. До первой половины XII в. кладка стен зданий в древнерусском государстве состояла в основном из двух внешних стенок, которые возводились [6] из рядов рваного камня, чередующихся с рядами плиткообразного кирпича. Кладка выполнялась на известковом растворе. Толщина швов кладки доходила до 45мм. Внутреннее пространство между стенками заполнялось рваным камнем и битым кирпичом с заливкой известковым раствором. Такая кладка получила название бутовой. Культура Вавилонии берет свое начало от древней шумеро-аккадской цивилизации (4-3-е тысячелетия до н. э.) [8]. Народы Шумера и Аккада, населявшие в то время южную часть Месопотамии, занимались рыболовством, скотоводством и земледелием. Для орошения засушливых и осушения заболоченных земель они сооружали многочисленные каналы, дамбы и плотины. В связи с ростом производительных сил и развитием наук начинают возводиться крупные монументальные здания – дворцы, храмы, крепостные оборонительные сооружения и т.п. Основными строительными материалами, характерными для того периода, были глина и сырцовый кирпич. Раствор для кладки стен приготавливался из жидкой глины, золы и асфальта (горная смола). Для отделки дворцов и храмов использовались цветные камни, глазурированный кирпич, перламутр, медь, керамика и другие материалы.

Заслуживают внимания статьи кодекса Вавилонии, свидетельствующие о том, какое внимание в то время обращалось на качество строительных работ: «§229. Если строитель построит человеку дом и сделает свою работу непрочной, так что построенный им дом обвалится и причинит смерть хозяину, то этого строителя должно убить». «§ 233. Если строитель построит человеку дом и не укрепит свою работу, так что стена обрушится, то этот строитель должен устроить стену за собственное серебро».

Высокую прочность древних стен [9] Китая обеспечивал рисовый бульон, который строители добавляли в раствор из извести. Смесь, содержащая углевод амилпектин, возможно, была первым в мире органическо-неорганическим композиционным материалом. Особенность композитов в том, что они комбинируют в себе армирующие элементы, обеспечивающие необходимые механические характеристики материала, и связующую матрицу, обеспечивающую совместную работу армирующих элементов. Китайским ученым удалось выяснить, что секрет древнего строительного раствора, обеспечивающего прочность Великой китайской стены перед напором веков, тоже лежит в области науки о композиционных материалах. Их работу публикует «Accounts of Chemical Research». Древняя технология была весьма дешевой, но эффективной. Строительный раствор изготавливался с применением сладкого риса, главного компонента современных азиатских блюд. Группа профессора физической химии Бинцзяна Чжана выяснила, что строители использовали клейкий строительный раствор из риса уже 1,5 тыс. лет назад. Для этого рисовый бульон смешивали с обычными ингредиентами для раствора – гашеной известью (гидроксид кальция), получаемой при прокаливании известняка (карбонат кальция) при высокой температуре с последующим гашением полученного оксида кальция (негашеной извести) водой. Возможно, рисовый

строительный раствор был первым в мире полноценным композитным материалом, сочетавшим органические и неорганические компоненты. Он был более прочным и устойчивым к дождям, чем обычный известковый раствор, и наверняка стал величайшим технологическим прорывом своего времени. Он использовался только при строительстве особенно важных конструкций: многовековых гробниц, пагод и городских стен, некоторые из которых сохранились до наших дней и выстояли под ударами нескольких мощных землетрясений и попыток сноса современными бульдозерами.



а – снимок раствора из древней стены; б – снимок чисто известкового раствора; с-е – снимки фрагментов раствора с содержанием рисового бульона 1-5%.

Рис. 7. Микроснимки, показывающие текстуру строительного раствора

Чем больше бульона содержит раствор, тем тоньше его микроструктура и тем эффективнее и устойчивее он скрепляет блоки. Ученым удалось выяснить «действующее вещество» рисового раствора. Им оказался амилопектин – полисахарид, состоящий из разветвленных цепочек молекул глюкозы, один из основных компонентов крахмала.

Китайские строители, возводящие олимпийские сооружения, наткнулись на два древних храма. Оба храма восстановлены. «Аналитическое исследование показало, что раствор в древних каменных кладках – это органическо-неорганический композитный материал. Состав был установлен методами термогравиметрической дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК), рентгеновской дифракции, инфракрасной спектроскопии с Фурье-преобразованием и сканирующей электронной микроскопии. Установлено, что амилопектин формирует микроструктуру смеси с неорганической компонентой, что обеспечивает ценные строительные свойства раствора», – говорится в статье китайских исследователей. В Европе со времен древних римлян для придания дополнительной прочности строительному раствору использовали вулканическую пыль [10].

Таким образом, они добивались устойчивости раствора к воде – он не растворялся в ней, а, наоборот, лишь твердел. Эта технология была распространена в Европе и Западной Азии, однако не использовалась в Китае, так как там просто не было необходимых природных материалов. Поэтому китайские строители вышли из положения, разработав органическую добавку на основе риса. Кроме исторической ценности открытие важно и в практической плоскости. Приготовление тестовых количеств раствора показало, что он по сей день остается самым эффективным средством для реставрации древних зданий, где часто требуется заменить именно соединительный материал в кирпичной или каменной кладке.

Кроме отделочной функции штукатурный слой выполняет множество других важных функций: защитная, санитарно-гигиеническая,

теплоизоляционная, акустическая, водостойкая, ударостойкая, морозостойкая, водонепроницаемая, кислотостойкая, медицинская и т.д. Для придания интерьеру и внешнему виду зданий завершено архитектурного вида, задуманного проектом интересного архитектурно выраженного облика, чаще всего стены штукатурили, штукатурят и этот вид отделки не потеряет своей значимости и актуальности еще долгое время.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дворкины, Л.и О. Современные отделочные и облицовочные материалы [Текст]: справочник / Л.и О. Дворкины. – М.: Классик Рипол, 2010. – 575 с.
2. Глазычев, В.Л. Архитектура. Энциклопедия [Текст] / В.Л. Глазычев. – М.: Дизайн, 2002. – 666 с.
3. Полевой, В.М. Популярная художественная энциклопедия [Текст] / В.М. Полевой, В.Ф. Маркузон; книга I, II. – М.: Издательство «Советская энциклопедия», 1986. – Кн. I. – 447 с.; Кн. II. – 432 с.
4. Значко-Яворский, И.Л. Очерки истории вяжущих веществ от древнейших времен до середины XIX века [Текст] / И.Л. Значко-Яворский. – М.: Издательство АН СССР, 1963. – 361 с.
5. Воронина, А.М. Архитектурные памятники Средней Азии. Бухара, Самарканд [Текст] / А.М. Воронина. – Л., 1969. – 121 с.
6. Старухин, Н.М. Справочник по каменным работам [Текст] / Н.М. Старухин, Я.Д. Богатых. – М.: Госиздат. литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1961. – 198 с.
7. Пугачев, Б.И. Отделка зданий природным камнем [Текст] / Б.И.Пугачев, А.В. Мещанинов. – Л.: Стройиздат, 1986. – 183 с.
8. Шуази, О. История архитектуры [Текст] / О. Шуази; В 2-х т., Т. 2. – М.: Изд-во Всесоюзной академии архитектуры, 1937. – 547 с.
9. Ащепков, Е.А. Архитектура Китая. Очерки [Текст] / Е.А. Ащепков. – М.: Госиздат по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1959. – 347 с.
10. Волженский, А.В. Минеральные вяжущие вещества: Технология и свойства [Текст] / А.В. Волженский, Ю.С. Буров, В.С. Колоколышков; Издание 2-е, переработанное и дополненное под ред. А.В.Волженского. – М.: Стройиздат, 1973. – 221 с.

*Материал поступил в редакцию 11.03.17.*

**М.Т. Ногайбекова, Э.Ш. Испанова**

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

#### **КЛАССИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ЗАМАНАУИ ҚҰРЫЛЫС ЕРІТІНДІЛЕРІ**

Мақалада әртүрлі заманауи ерітінділердің сипаттамалары мен олардың классикалық ерітінділермен байланысы қарастырылған. Құрылыс ерітінділерінің функционалдық сипаттамалары берілген. Сонымен қатар олардың пайда болу тарихы, дайындалу тәсілдері мен қолданыс аясы сипатталған. Ежелгі дүниеден бастап құрылыс ерітінділерінің эволюциясы мен дамуы айтылған. Вавилония, Этрурия, Мысыр, Месопотамия, Ежелгі

---

Рим, Орта Азия, Қытай және т.б. мемлекеттер мен аймақтардың ежелгі құрылыс ерітінділерінің заманауи құрылыс ерітінділерінің қалыптасуындағы маңызы баяндалған.

**Түйін сөздер:** ерітінділер, штукатурка, құм, әк, кірпіш, бетон, гипс, су өткізбеу қасиеті.

**M.T. Nogaibekova, E.S. Ispanova**

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

### **CLASSIC AND MODERN BUILDING SOLUTIONS**

The article presents the characteristics of various modern mortars and their relationship with classical solutions. Descriptions of the functional characteristics of mortars are given. The history of their origin, methods of manufacturing and the scope of their application are also described. The gradual tendency of evolution and development of mortars from ancient times is presented. The importance of the ancient building mortars of Babylonia, Etruria, Egypt, Mesopotamia, Ancient Rome, Central Asia, China and other countries and regions in the formation of modern mortars is expounded.

**Keywords:** mortars, plaster, sand, lime, brick, concrete, gypsum, waterproof.

## Математика

ӨОЖ 534.014.1

А.Т. Жақаш<sup>1</sup>, Қ.Қ. Таубаева<sup>2</sup>, Д.Ә. Мекемова<sup>2</sup><sup>1</sup>Техн. ғылымдарының канд., доцент, <sup>2</sup>Студент  
М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., ҚазақстанЕРКІНДІК ДӘРЕЖЕСІ ЕКІГЕ ТЕҢ ДИНАМИКАЛЫҚ  
ЖҮЙЕНІҢ ЕРКІН ТЕРБЕЛІСІН ЗЕРТТЕУ

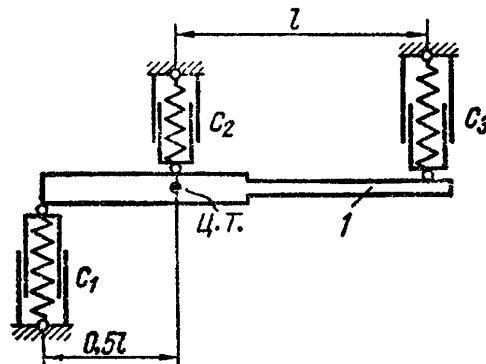
Механикалық тербелмелі қозғалыстардың қасиеттерін зерттеу қолданбалы есептерді шығаруда өте пайдалы. Еркіндік дәрежесі екіге тең динамикалық жүйенің еркін тербелісі қарастырылған. Жүйенің математикалық моделі құрылып, аналитикалық және есептеу әдістері мен шешімдері алынған.

**Түйін сөздер:** еркін тербелістер, гармоникалық тербелістер, жазық механизмдер, резонанстық жиіліктер, серпімді жүйелер.

Қарастырылатын динамикалық жүйеміз А дөңгелектен, В және С стержендерінен тұрады. Стержендер дисктің бір жағынан серіппелер арқылы жалғанған (1-сурет).

Жүйенің жалпы жағдайдағы қозғалысы горизонталь бағытта болады.  $c_1$  және  $c_2$  қатаңдық коэффициенттері серіппелер  $f_{сг1}$  және  $f_{сг1}$  шамаларына сәйкес деформацияланады (сығылады немесе созылады).  $c_3$  қатаңдық коэффициенті серіппе  $f_{сг3}$  шамасына сәйкес деформацияланады.

Жүйенің жалпылама координаталарын горизонталь бағыттағы орын ауыстыруларымен аламыз, яғни бірінші және екінші денелерге сәйкесінше  $x_1$  және  $x_2$  жалпылама координаталарын береміз. Суретте жүйенің оң бағыттағы координатасы көрсетілген.



Сурет 1. Еркіндік дәрежесі екіге тең динамикалық жүйе

Механикалық жүйенің математикалық моделін құру үшін Лагранждың екінші ретті теңдеуін қолданамыз, себебі жүйенің еркіндік дәрежесі бірден

үлкен. Ол үшін жүйенің кинетикалық және потенциалдық энергияларын анықтау керек [1].

Жүйенің кинетикалық энергиясы:

$$\begin{aligned}
 T &= \frac{m_1 \dot{x}_1}{2} + \frac{m_2 \dot{x}_2}{2} + \frac{m_3}{2} \left( \frac{\dot{x}_1 + \dot{x}_2}{2} \right)^2 + \frac{1}{2} \frac{m_3 R^2}{2} \left( \frac{\dot{x}_1 - \dot{x}_2}{2R} \right)^2 \\
 &= \frac{m_1 \dot{x}_1}{2} + \frac{m_2 \dot{x}_2}{2} + \frac{m_3}{8} (\dot{x}_1 + \dot{x}_2)^2 + \frac{m_3}{16} (\dot{x}_1 - \dot{x}_2)^2 \\
 T &= \frac{m_1 \dot{x}_1}{2} + \frac{m_2 \dot{x}_2}{2} + \frac{m_3}{8} (\dot{x}_1 + 2\dot{x}_1 \dot{x}_2 + \dot{x}_2)^2 + \frac{m_3}{16} (\dot{x}_1 - 2\dot{x}_1 \dot{x}_2 + \dot{x}_2)^2 \\
 &= \left( \frac{m_1}{2} + \frac{3m_3}{16} \right) \dot{x}_1 + \left( \frac{m_2}{2} + \frac{3m_3}{16} \right) \dot{x}_2 + \frac{m_3 \dot{x}_1 \dot{x}_2}{4}
 \end{aligned} \tag{1}$$

Жүйенің потенциалдық энергиясы жүйенің ауытқыған жағдайынан бастапқы жағдайға (статикалық тепе-теңдік жағдайы) орын ауыстырғандағы күштердің жұмыстарына тең. Серіппелердің деформациясы:  $\lambda_1 = l_1 x_2 \pm f_{cm1}$  - қатандық коэффициенті  $c_1$  тең серіппе үшін,  $\lambda_2 = l_2 x_2 \pm f_{cm2}$  - қатандық коэффициенті  $c_2$  тең серіппе үшін,  $\lambda_3 = l_3 x_2 + f_{cm1} + x_2$  - қатандық коэффициенті  $c_3$  тең серіппе үшін.

Деформацияланатын жүйелердің потенциалдық энергиясы (барлық жүйе үшін):

$$\begin{aligned}
 \Pi &= \frac{1}{2} c_1 x_1^2 + \frac{1}{2} c_2 x_2^2 + \frac{1}{2} c_3 \left( \frac{x_1 + x_2}{2} \right)^2 \\
 &= \frac{1}{2} c_1 x_1^2 + \frac{1}{2} c_2 x_2^2 + \frac{1}{8} c_3 (x_1 + 2x_1 x_2 + x_2)^2 \\
 &= \left( \frac{1}{2} c_1 + \frac{1}{8} c_3 \right) x_1^2 + \frac{1}{4} c_3 x_1 x_2 + \left( \frac{1}{2} c_2 + \frac{1}{8} c_3 \right) x_2^2
 \end{aligned} \tag{2}$$

Потенциалдық және кинетикалық энергияның теңдеуін мына түрде жазамыз.

$$T = \frac{1}{2} (a_{11} \dot{x}_1^2 + 2a_{12} \dot{x}_1 \dot{x}_2 + a_{22} \dot{x}_2^2), \tag{3}$$

$$\Pi = \frac{1}{2} (c_{11} x_1^2 + 2c_{12} x_1 x_2 + c_{22} x_2^2), \tag{4}$$

мұндағы  $a_{11} = m_1 + \frac{3m_3}{8}$ ,  $a_{12} = \frac{m_3}{4}$ ,  $a_{22} = m_2 + \frac{3m_3}{8}$  - инерция коэффициенттері;

$c_{11} = c_1 + \frac{c_3}{4}$ ,  $c_{12} = \frac{c_3}{4}$ ,  $c_{22} = c_2 + \frac{c_3}{4}$  - қатандық коэффициенттері.

Қарастырылып отырған консервативті жүйе үшін Лагранж теңдеуі келесі түрде болады:

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{x}_1} \right) - \frac{\partial T}{\partial x_1} = - \frac{\partial \Pi}{\partial x_1}, \quad \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{x}_2} \right) - \frac{\partial T}{\partial x_2} = - \frac{\partial \Pi}{\partial x_2}. \quad (5)$$

Жүйенің дербес және толық туындыларын есептеп

$$\begin{aligned} \frac{\partial T}{\partial x_1} &= 0; \quad \frac{\partial T}{\partial \dot{x}_1} = a_{11} \dot{x}_1; \quad \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{x}_1} \right) = a_{11} \ddot{x}_1; \quad \frac{\partial \Pi}{\partial x_1} = c_{11} x_1 + c_{12} x_2 \\ \frac{\partial T}{\partial x_2} &= 0; \quad \frac{\partial T}{\partial \dot{x}_2} = a_{22} \dot{x}_2; \quad \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{x}_2} \right) = a_{22} \ddot{x}_2; \quad \frac{\partial \Pi}{\partial x_2} = c_{12} x_1 + c_{22} x_2 \end{aligned}$$

және оларды Лагранж теңдеуіне қойып, мынаны аламыз

$$\begin{aligned} a_{11} \ddot{x}_1 &= -c_{11} x_1 - c_{12} x_2 \\ a_{22} \ddot{x}_2 &= -c_{12} x_1 - c_{22} x_2 \end{aligned} \quad (6)$$

Осылайша, қарастырылып отырған жүйе үшін еркін тербелістің дифференциалдық теңдеуі келесі түрде болады

$$\begin{aligned} a_{11} \ddot{x}_1 + c_{11} x_1 + c_{12} x_2 &= 0 \\ a_{22} \ddot{x}_2 + c_{12} x_1 + c_{22} x_2 &= 0 \end{aligned} \quad (7)$$

Бұл теңдеулердің дербес шешімі

$$\begin{aligned} x_1 &= A_{x1} \sin(kt + \beta) \\ x_2 &= A_{x2} \sin(kt + \beta) \end{aligned}$$

мұндағы  $A_{x1}$  және  $A_{x2}$  – негізгі тербелістің амплитудалары;  $k$  – еркін тербелістің жиілігі;  $\beta$  – тербелістің бастапқы фазасы.

Осы жүйенің дифференциалдық теңдеуінен шығатын жиілік теңдеуі келесі түрде болады

$$(c_{11} - a_{11} k^2)(c_{22} - a_{22} k^2) - c_{12}^2 = 0$$

Бұл биквадраттық теңдеудің түбірі, жиілік квадратына сәйкес, келесі формуламен анықталады

$$k_{1,2}^2 = \frac{a_{11} c_{12} + a_{22} c_{11} \pm \sqrt{(a_{11} c_{22} + a_{22} c_{11})^2 - 4 a_{11} a_{22} (c_{11} c_{22} - c_{12}^2)}}{2 a_{11} a_{22}}$$

Есептеу кезінде келесі параметрлерді аламыз. Бірыңғай стержендердің массасы  $m_1=6$  кг, дөңгелектің массасы мен радиусы сәйкесінше  $i=0.6$  м; серіппенің қатаңдық коэффициенттері:  $c_1=40$  Н/см;  $c_2=30$  Н/см;  $c_3=50$  Н/см,  $l=1$  м.

Мұндағы



$$a_{11} = 2 + \frac{3 \cdot 8}{8} = 5 \text{ кз}, a_{12} = \frac{8}{4} = 2 \text{ кз}, a_{22} = 3 + \frac{3 \cdot 8}{8} = 6 \text{ кз}$$

$$c_{11} = 2000 + \frac{3000}{4} = 2750 \text{ Н/м}, c_{12} = \frac{3000}{4} = 750 \text{ Н/м},$$

$$c_{22} = 4000 + \frac{3000}{4} = 4750 \text{ Н/м}$$

Онда

$$k_{1,2}^2 = \sqrt{\frac{5 \cdot 4750 + 6 \cdot 2750 \pm \sqrt{(5 \cdot 4750 + 6 \cdot 2750)^2 - 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot (2750 \cdot 4750 - 750^2)}}{2 \cdot 5 \cdot 6}}$$

Еркін тербелістің жиіліктері  $k_1 = 22.1 \text{ с}^{-1}$ ;  $k_2 = 29.2 \text{ с}^{-1}$ .

Үлестірім коэффициенттері,  $k_1$  және  $k_2$  жиіліктеріне сәйкес, жалпы жағдайда келесі түрде болады

$$\mu_1 = \frac{A_{x21}}{A_{x12}} = -\frac{c_{11} - a_{11}k_1^2}{c_{12} - a_{12}k_1^2} = -\frac{2750 - 5 \cdot 22.1^2}{750 - 2 \cdot 22.1^2} = 1.36 \text{ рад/м}$$

$$\mu_2 = \frac{A_{x22}}{A_{x12}} = -\frac{c_{11} - a_{11}k_2^2}{c_{12} - a_{12}k_2^2} = -\frac{2750 - 5 \cdot 29.2^2}{750 - 2 \cdot 29.2^2} = 1.58 \text{ рад/м}$$

Осы жағдайда

$$\mu_1 = 1.36 \text{ рад/м}$$

$$\mu_2 = 1.58 \frac{\text{рад}}{\text{м}}$$

Бірінші негізгі тербелісті анықтайтын теңдеу келесі түрде болады

$$x_{11} = A_{x11} \sin(22.1t + \beta_1); x_{21} = 1.36 A_{x11} \sin(22.1t + \beta_1);$$

Екінші негізгі тербелісті анықтайтын теңдеу келесі түрде болады

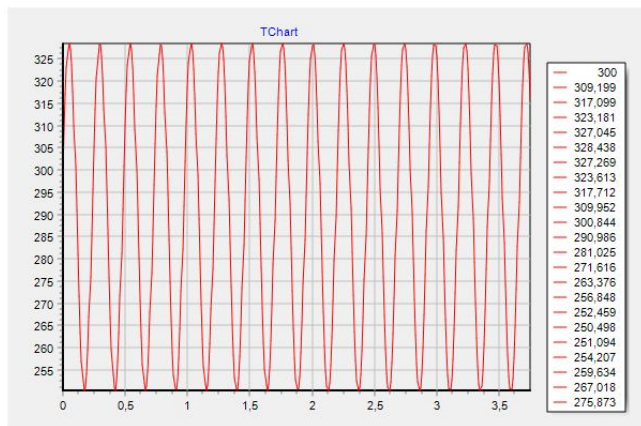
$$x_{12} = A_{x12} \sin(29.2t + \beta_2); x_{22} = -1.58 A_{x12} \sin(29.2t + \beta_2);$$

Дифференциалдық теңдеудің жалпы шешімі дербес шешімдерінің қосындысынан тұрады

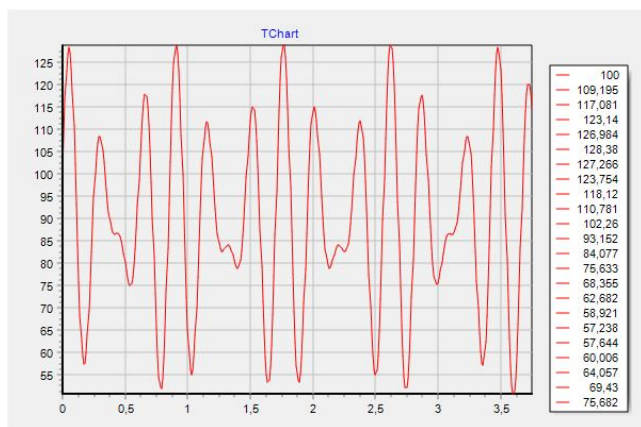
$$x_1 = x_{11} + x_{12} = A_{x11} \sin(22.1t + \beta_1) + A_{x12} \sin(29.2t + \beta_2);$$

$$x_2 = x_{21} + x_{22} = 1.36 A_{x11} \sin(22.1t + \beta_1) - 1.58 A_{x12} \sin(29.2t + \beta_2);$$

$A_{xi}$  және  $\beta_i$  мәндері есептің алғышарттары арқылы анықталады.  $x_1$  және  $x_2$  сәйкес қозғалыс графиктері 2-суретте және бағдарлама бойынша жүйенің моделі 3-суретте көрсетілген.

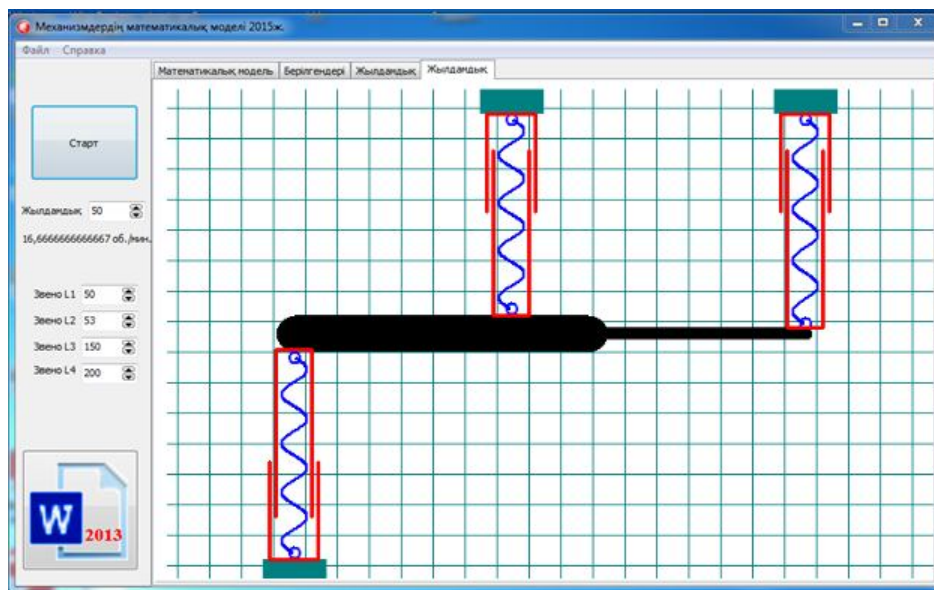


a)



б)

Сурет 2.  $x_1$  және  $x_2$  сәйкес қозғалыс графиктері



Сурет 3. Бағдарлама бойынша жүйенің математикалық моделі

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Яблонский, А.А. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике [Текст]: учеб. пособие для техн. вузов / А.А.Яблонский, С.С. Норейко, С.А. Вольфсон [и др.]; Под ред. А.А. Яблонского. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1985. –367 с.
2. Яблонский, А.А. Курс теоретической механики [Текст] / А.А.Яблонский, В.М. Никифорова. Часть I. [?].
3. Яблонский, А.А. Курс теоретической механики [Текст] / А.А.Яблонский. Часть II. [?].
4. Nevzorov, V. Delphi Russian Knowledge Base. Chicago, USA. - 2007, more than 4000 p.

*Материал редакцияға 14.05.16 түсті.*

**А.Т. Жакаш, К.К. Таубаева, Д.А. Мекемова**

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

### **ИССЛЕДОВАНИЕ СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ДВУМЯ СТЕПЕНЯМИ СВОБОДЫ**

Рассмотрены свободные колебания механической системы с двумя степенями свободы. Составлена математическая модель системы и предложены их аналитические и численные решения.

**Ключевые слова:** свободные колебания, гармонические колебания, плоские механизмы, резонансные частоты, упругие системы.

**A.T. Zhakash, K.K. Taubaeva, D.A. Mekemova**

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

### **STUDY OF FREE OSCILLATIONS OF DYNAMICAL SYSTEMS WITH TWO DEGREES OF FREEDOM**

The free oscillations of a mechanical system with two degrees of freedom are considered. A mathematical model of the system is designed and their analytical and numerical solutions are proposed.

**Keywords:** free oscillations, harmonic oscillations, plane mechanisms, resonant frequencies, elastic systems.

ӨОЖ 519.711.3

А.Т. Жақаш<sup>1</sup>, Қ.Қ. Таубаева<sup>2</sup>, Д.Ә. Мекемова<sup>2</sup><sup>1</sup>Техн. ғылымдарының канд., доцент, <sup>2</sup>Студент

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

**ШЕКТЕЛМЕГЕН КЕЗЕКТЕГІ БІРКАНАЛДЫ ЖӘНЕ КӨПКАНАЛДЫ  
БҰҚАРАЛЫҚ ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУ ЖҮЙЕСІНІҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ  
МОДЕЛІ**

Мақалада бұқаралық қызмет көрсету жүйесінің негізі аспектілері мен топтамасы және шектелмеген кезектегі бірканалды және көпканалды бұқаралық қызмет көрсету жүйелері қарастырылған. Заманауи Delphi бағдарламасын қолдана отырып бірканалды және көпканалды қабылданбаған шектелмеген бұқаралық қызмет көрсету жүйесінің кейбір есептері шешілген.

**Түйін сөздер:** шектелмеген бұқаралық қызмет көрсету жүйесі (БҚКЖ), бірканалды БҚКЖ, көпканалды БҚКЖ, абсолютті өткізу мүмкіндігі.

Қарқындылығы  $\lambda$  -ға тең, тапсырыс ағыны қарапайым шектелмеген кезектегі бірканалды бұқаралық қызмет көрсету жүйесін қарастырайық; қызмет көрсету қарқындылығы  $\mu$  (яғни орташа үзіліссіз бос емес канал уақыт бірлігінде  $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$  қызмет көрсетілген тапсырыстарды береді).

Қызмет көрсету ұзақтығы – бөліну заңының көрсеткішіне тәуелді кездейсоқ шама. Қызмет көрсету ағыны жағдайдың пуассондық қарапайым ағыны болып табылады.

Каналдың бос емес сәтінде келіп түскен тапсырыс кезекке тұрып, қызмет көрсетуді күтеді.

Бірканалды шектелмеген кезектегі бұқаралық қызмет көрсету жүйесінің тиімділік көрсеткіші ретінде келесі шамалар қолданылады:

$A$  – БҚКЖ-ның абсолютті өткізу мүмкіндігі;

$Q$  – салыстырмалы өткізу мүмкіндігі;

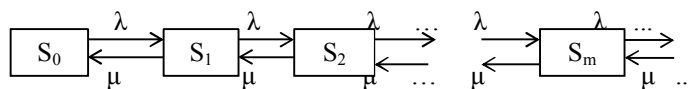
$\rho_k$  – қайтару ықтималдығы;

$T_{ж}$  – тапсырыстың жүйеде болуының орташа уақыты;

$L_{ж}$  – жүйедегі тапсырыстың орташа саны;

$L_k$  – кезекте тұрған тапсырыстың орташа саны;

$T_k$  – кезекте күтудің орташа уақыты.



Сурет 1. Бірканалды шектелмеген кезектегі БҚКЖ

Бұл жерде кезектің ұзындығы шектелмеген болғандықтан, кез-келген тапсырысқа қызмет көрсетіледі, яғни  $P = 1$ , сонымен қатар салыстырмалы өткізу мүмкіндігі  $Q = P = 1$ , қайтару ықтималдығы  $P_k = 0$ , ал абсолютті өткізу мүмкіндігі  $A = \lambda Q = \lambda$ .

Шекті ықтималдық:

$$p_m = p^m(1-p), m = 1, 2, \dots \quad (1)$$

Кезекте тұрған тапсырыстың орташа саны:

$$L_k = \frac{p^2}{1-p} \quad (2)$$

Жүйедегі тапсырыстың орташа саны:

$$L_{жс} = L_k + p = \frac{p^2}{1-p} \quad (3)$$

Кезекте күтудің орташа саны:

$$T_k = \frac{L_k}{\lambda} \quad (4)$$

Тапсырыстың жүйеде болуының орташа уақыты:

$$T_{жс} = \frac{L_{жс}}{\lambda} \quad (5)$$

Егер  $\lambda > \mu$  болса, онда кезек әрқашан өсіп отырады.  $\lambda < \mu$  болған жағдайда бұқаралық қызмет көрсету жүйесі аз ғана қызық тудырады [1]. Келесі мысалды қарастырайық.

Шаштаразда жалғыз шебер жұмыс жасайды. Клиент ағынының қарқындылығы – сағатына 4 адам. Қызмет көрсету қарқындылығы – сағатына 5 адам. Кезектің ұзындығы шектелмеген деп ұйғарамыз. Шаштараздың тиімділік көрсеткішін анықтап, 2-ден артық емес клиенттің кезекте күту ықтималдығын табу керек [2].

БҚКЖ моделі

Бір каналды және көпканалды БҚКЖ

$\lambda$  2

$\mu$  5

n 2

m 4

[Есептеу]

Қызмет көрсету интенсивтілігі( $\mu$ ):  
0,2

Барлық каналдың бос болу ықтималдығы( $p_0$ ):  
2,56009830777502E-5

Қайтару ықтималдығы:  
 $P_k = 80,0030721179693 \%$

Салыстырмалы өткізу мүмкіндігі:  
 $Q = 19,9969278820307 \%$

Абсолют өткізу мүмкіндігі:  
 $A = 0,399938557640613$

Бос емес каналдың орташа саны( $\omega$ ):  
 $k = 1,99969278820307$

Кезекте тұрған тапсырыстың орташа саны:  
 $L_k = 3,7505440208904$

Кезекте тұрудың орташа уақыты:  
 $T_k = 1,8752720104452$

Жүйедегі тапсырыстың орташа саны:  
 $L_{жс} = 5,75023680909347$

Тапсырыстың жүйеде болуының орташа уақыты:  
 $T_{жс} = 2,87511840454673$

Сурет 2. Шектелмеген кезектегі көпканалды бұқаралық қызмет көрсету жүйесі

Шектелмеген кезектегі көпканалды бұқаралық қызмет көрсету жүйесін қарастырайық. Бұл жағдайда есептеу формуласы келесі түрде беріледі.

Жағдайдың шекті ықтималдығы:

$$q = \left(1 + \frac{p}{1!} + \frac{p^2}{2!} + \dots + \frac{p^{n-1}}{(n-1)!} + \frac{p^n}{n!} \frac{1}{1-p}\right)^{-1} \quad (6)$$

Барлық шектелген ықтималдықтар мына формуламен есептеледі:

$$p_1 = pq, p_2 = \frac{p^2}{2!}q, \dots, p_n = \frac{p^n}{n!}q;$$

$$p_{n+1} = \frac{p^{n+1}}{n * n!}q, p_{n+2} = \frac{p^{n+2}}{n^2 n!}q, \dots, p_{n+m} = \frac{p^{n+m}}{n^m n!}q \quad (7)$$

Кезектің құрылу ықтималдығы:

$$P_{кез} = \frac{p^{n+1}}{n!(n-p)}q \quad (8)$$

Бос емес каналдың орташа саны:

$$\bar{k} = \frac{A}{\mu} \quad (9)$$

Кезектің ұзындығы:

$$L_k = \frac{p^{n+1}}{n * n!(1 - \frac{p}{n})^2}q \quad (10)$$

Кезекте күтудің орташа уақыты:

$$T_k = \frac{L_k}{\lambda} \quad (11)$$

Жүйедегі тапсырыстың орташа саны:

$$L_{жс} = L_k + p \quad (12)$$

БҚКЖ-ға келіп түскен тапсырыстың орташа уақыты:

$$T_{жс} = \frac{L_{жс}}{\lambda} \quad (13)$$

формулаларымен есептеледі.

Егер  $p < n$  болса, онда қызмет көрсету үрдісі орнықты. Егер  $p \geq n$  болса, онда БҚКЖ орнықсыз болады [2]. Келесі мысалды қарастырайық.

Дүкенде 3 сатушы жұмыс істейді. Дүкеннің тұтынушылары қарқындылығы сағатына 120 адамға тең тапсырыстың қарапайым ағынын бейнелейді. Қызмет көрсету қарқындылығы сағатына 60 адамды құрайды. Қызмет көрсету сипаттамасын табу керек [3].

Сурет 3. Бірканалды және көпканалды БҚКЖ

Есепті жылдам шешу үшін Delphi тілінде бағдарлама түзілді. Бағдарламаның терезесі және есептеу нәтижелері 3-суретте көрсетілген. Жалпы бұл бағдарлама негізінде қарастырылып отырған мәселенің анықталу облысындағы кез-келген қажетті параметрлерді анықтауға болады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Прохоров, А.В. Задачи по теории вероятностей. Основные понятия [Текст] / А.В. Прохоров, В.С. Ушаков, Н.Г. Ушаков. – М.: Наука, 1986.
2. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей и ее инженерные предложения [Текст] / Е.С. Вентцель, Л.А. Оврачов. – М.: Вышс.шк., 2008. – 480 с.
3. Пестриков, В.М. Delphi на примерах [Текст] / В.М. Пестриков, А.Н. Маслобоев. – [?].

Материал редакцияға 14.05.16 түсті.

**А.Т. Жакаш, К.К. Таубаева, Д.А. Мекемова**

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

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НЕОГРАНИЧЕННОЙ ОЧЕРЕДИ  
ОДНОКАНАЛЬНОЙ И МНОГОКАНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ  
МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ**

В статье рассмотрены основные аспекты и классификация системы массового обслуживания, а также одноканальные и многоканальные системы неограниченной очереди массового обслуживания. Решены некоторые задачи непринятых неограниченных одноканальных и многоканальных системы массового обслуживания с помощью современных визуальных программ на языке Delphi.

**Ключевые слова:** неограниченные системы массового обслуживания (СМО), одноканальные СМО, многоканальные СМО, возможности абсолютного пропуска.

**A.T. Zhakash, K.K. Taubaeva, D.A. Mekemova**

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

**MATHEMATICAL MODEL OF UNLIMITED ORDER OF A SINGLE-  
CHANNEL AND MULTI-CHANNEL SYSTEM OF MASS SERVICE**

The article considers the main aspects and classification of the queuing system, as well as single-channel and multichannel systems of unlimited queue of mass service. Some tasks of unapproved unlimited single-channel and multi-channel queuing systems with the help of modern visual programs in Delphi language are solved.

**Keywords:** unlimited queuing systems (QMS), single-channel QMS, multi-channel QSOs, absolute pass capabilities.

ӘОЖ 532.526

**Қ. Жүсіпқызы**

*Магистрант*

*әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан  
Электрондық пошта: aikara\_94@mail.ru*

**ТӨМЕНГІ ТЕМПЕРАТУРАЛАРДА МЕНШІКТІ ЖЫЛУ  
СЫЙЫМДЫЛЫҚТЫ АНЫҚТАУ ҮШІН ЭМПИРИКАЛЫҚ  
ТҰРАҚТЫЛАРДЫ ЕСЕПТЕУ**

Жұмыста 80-400 К температуралар аралығында меншікті жылу сыйымдылығы теңдеулері үшін сутектің, оттегінің және азоттың эмпирикалық тұрақтыларын есептеу нәтижелері келтірілген. Әрбір компонент үшін төртінші дәрежелі полином қолданылды. Есеп Maple бағдарламасында LU-жіктеу әдісі арқылы шешілді.

**Түйін сөздер:** меншікті жылу сыйымдылық, эмпирикалық тұрақты, температура, ағын, сутегі, оттегі, азот.



Заманауи ғылымда физикалық үрдістерді зерттеуде математикалық модельдеудің маңызы зор. Соңғы жылдары жылдамдығы дыбыс жылдамдығынан жоғары ағын мен оған көлденең үрленген газды ағын арасындағы өзара байланысқа ерекше көңіл бөлінуде. Тура ағынды әуе-реактивті қозғалтқыштарды өңдеуге қызығушылықтың артуына орай, қазіргі кезде жылдамдығы дыбыс жылдамдығынан жоғары турбулентті ағында араласу және жану үрдістерін математикалық модельдеу қажеттілігі туындады. Жану камерасын дәл жоспарлау үшін тотықтандырғыш пен жанғыш заттың арасында өзара байланыс қажет. Көлденең ағыста ағып жатқан ағын күрделі кеңістіктік ағын қатарына жатады. Ол газды тұтқа мен газ тәрізді жанғыш затты жылдамдығы дыбыс жылдамдығынан жоғары ағынға үрлеу үрдісінің көмегімен ракета қозғалтқышының тартымын басқару кезінде пайда болады. Ағындардың өзара әрекеттесуін жоғары жылдамдықты ұшу аппараттарын басқаруда пайдалануға болады. Әсіресе, күшті аэродинамикалық қыздыру жағдайында қолдануға қолайлы. Қайталама ағыс зоналарының, турбуленттіліктің бар болуы, егер ағын жылдамдығы дыбыс жылдамдығынан жоғары болса және соғылу толқындары мен ыдырату толқындарының туындауы, физикада осы тектес ағыстарды зерттеу ауқымды мәселеге айналып отыр. Көлденең үрленген ағын мен жылдамдығы дыбыс жылдамдығынан жоғары ағынның негізгі заңдылықтары Зубков А.И., Панов Ю.А., Авдучевский В.С. және т.б. ғалымдардың экспериментальды зерттеулерінде көрсетілген. Көлденең ағын мен жылдамдығы дыбыс жылдамдығынан жоғары ағынның өзара байланысын теориялық зерттеу үшін Навье-Стокс теңдеулерін толықтай шешуге тура келеді.

Навье-Стокс теңдеулерін шешу барысында температура өрісін анықтау қажет болады. Температура өрісін анықтау үшін меншікті жылу сыйымдылықты есептеу қажеттілігі туындайды. Меншікті жылу сыйымдылықты есептеуге эмпирикалық тұрақтылардың мәндерін анықтау керек. 400 К жоғары температурада эмпирикалық тұрақтылардың мәндерін JANAF кестесінен аламыз [1]. Ал төменгі температурадағы мәндері болмағандықтан, оны есептеуімізге тура келеді.

Жұмыстың негізгі мақсаты төменгі температураларда меншікті жылу сыйымдылықты анықтау мақсатында эмпирикалық тұрақтылардың мәнін есептеу.

Негізгі теңдеулер жүйесі ретінде екі өлшемді, Рейнольдс бойынша орташаланған, көпкомпонентті газ үшін, декарттық координаталар жүйесінде консервативтік формада жазылған Навье-Стокс теңдеулерін қарастырамыз [2]:

$$\frac{\partial \vec{U}}{\partial t} + \frac{\partial (\vec{E} - \vec{E}_v)}{\partial x} + \frac{\partial (\vec{F} - \vec{F}_v)}{\partial z} = 0 \quad (1)$$

Мұндағы  $\vec{U}, \vec{E}, \vec{F}$  келесі түрде болады:

$$\vec{U} = \begin{pmatrix} \rho \\ \rho u \\ \rho w \\ E_t \\ \rho Y_k \end{pmatrix}, \quad \vec{E} = \begin{pmatrix} \rho u \\ \rho u^2 + p \\ \rho u w \\ (E_t + p)u \\ \rho u Y_k \end{pmatrix}, \quad \vec{F} = \begin{pmatrix} \rho w \\ \rho u w \\ \rho w^2 + p \\ (E_t + p)w \\ \rho w Y_k \end{pmatrix}$$

Ал диссипативтік мүшелер  $\vec{E}_v, \vec{F}_v$  төмендегідей мәнге ие:

$$\vec{E}_v = \begin{pmatrix} 0 \\ \tau_{xx} \\ \tau_{xz} \\ u\tau_{xx} + u\tau_{xz} - q_x \\ J_{kx} \end{pmatrix}, \quad \vec{F}_v = \begin{pmatrix} 0 \\ \tau_{xz} \\ \tau_{zz} \\ w\tau_{xz} + w\tau_{zz} - q_z \\ J_{kz} \end{pmatrix}$$

мұндағы:  $Y_k$  -  $k$  -компоненттің массалық концентрациясы,  $k = 1 \dots N$ ;  $N$  – газ қоспасының компоненттерінің саны.

Қоспаның күй теңдеуі келесі түрде болады:

$$p = \frac{\rho T}{\gamma_\infty M_\infty^2 W} \quad (2)$$

$$\text{Жоғарыдағы } W = \left( \sum_{k=1}^N \frac{Y_k}{W_k} \right)^{-1} \text{ барлық газ қоспаларының } \sum_{k=1}^N Y_k = 1$$

молярлық салмағы.

Толық энергияға арналған теңдеу келесі түрде болады:

$$E_t = \frac{\rho h}{\gamma_\infty M_\infty^2} - p + \frac{1}{2} \rho (u^2 + w^2) \quad (3)$$

$$h = \sum_{k=1}^N Y_k h_k \quad (4)$$

$$(4) \text{ қоспаның меншікті энтальпиясы болса, } h_k = h_k^0 + \int_{T_0}^T c_{pk} dT - k -$$

шы компоненттің меншікті энтальпиясы.

Тұрақты қысым жағдайындағы меншікті жылу сыйымдылық әрбір  $c_{pk}$  компоненттері үшін молярлы меншікті жылу сыйымдылық  $C_{pk}$  арқылы есептейміз:

$$c_{pk} = C_{pk} / W$$

Мұндағы  $C_{pk}$  экспериментальды мәндер арқылы 4-ші ретті полиномиальды интерполяция көмегімен температура бойынша анықталады:

$$C_{pk} = \sum_{i=1}^5 \bar{a}_{ki} T^{(i-1)} \quad (5)$$

$$\text{мұндағы } \bar{a}_{jk} = a_{jk} T_{\infty}^{j-1} .$$

Тұтқыр кернеу тензорлары мен жылу ағыны компоненттері келесідей:

$$\tau_{xx} = \frac{\mu}{Re} \left( 2u_x - \frac{2}{3}(u_x + w_z) \right), \quad \tau_{zz} = \frac{\mu}{Re} \left( 2w_z - \frac{2}{3}(u_x + w_z) \right),$$

$$\tau_{xz} = \tau_{zx} = \frac{\mu}{Re} (u_z + w_x),$$

$$q_x = \left( \frac{\mu}{Pr Re} \right) \frac{\partial T}{\partial x} + \frac{1}{\gamma_{\infty} M_{\infty}^2} \sum_{k=1}^N h_k J_{xk},$$

$$q_z = \left( \frac{\mu}{Pr Re} \right) \frac{\partial T}{\partial z} + \frac{1}{\gamma_{\infty} M_{\infty}^2} \sum_{k=1}^N h_k J_{zk} .$$

Диффузиондық жылдамдық Фик заңы арқылы өрнектеледі [3]:

$$J_{kx} = -\frac{\mu}{Sc Re} \frac{\partial Y_k}{\partial x}, \quad J_{kz} = -\frac{\mu}{Sc Re} \frac{\partial Y_k}{\partial z} .$$

*Эмпирикалық тұрақтылардың есептелуі.* Эмпирикалық тұрақтылардың мәндері төменгі температураларда дұрыс анықталмаған. Сондықтан 400 К дейінгі температурада эмпирикалық тұрақтылардың мәнін есептейік. Аналитикалық формула алу үшін сутегі үшін [4], оттегі үшін [5], азот үшін [6] әдебиеттерінен меншікті жылу сыйымдылықтың (температурадан тәуелді) экспериментальды мәндерін аламыз. Меншікті жылу сыйымдылықтың экспериментальды мәндерін 80-200 К аралығында және 200-400 К аралығында бөліп қарастырамыз. 80-200 К аралығында

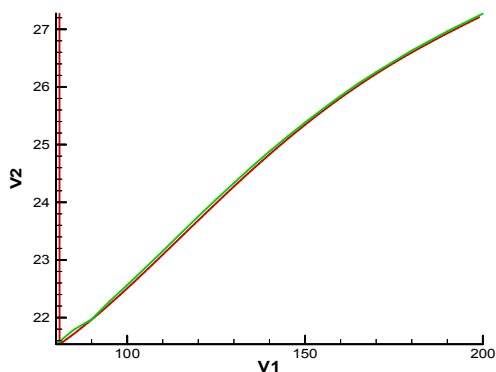
экспериментальды нүктелер ретінде меншікті жылу сыйымдылықтың 5 нүктедегі мәндерін аламыз. Және 200-400 К аралығында да дәл осылай 5 экспериментальдық нүктедегі мәнін таңдап аламыз. Бұл экспериментальды нүктелерді үлкен градиенттен өтетін жерлерін белгілеп, сол жерден таңдаймыз. Таңдалынған 5 нүктедегі меншікті жылу сыйымдылықтың мәндерін қолдана отырып, (5) формуласы бойынша САТЖ құраймыз. Белгісіздер ретінде эмпирикалық тұрақты  $a_{ki}$  аламыз. Оттегі химиялық элементі үшін 80-200 К аралығында төмендегідей САТЖ құрамыз:

$$\left\{ \begin{array}{l} a_1 + 80a_2 + 80^2 a_3 + 80^3 a_4 + 80^4 a_5 = 29.112 \\ a_1 + 100a_2 + 100^2 a_3 + 100^3 a_4 + 100^4 a_5 = 29.112 \\ a_1 + 140a_2 + 140^2 a_3 + 140^3 a_4 + 140^4 a_5 = 29.112 \\ a_1 + 180a_2 + 180^2 a_3 + 180^3 a_4 + 180^4 a_5 = 29.116 \\ a_1 + 200a_2 + 200^2 a_3 + 200^3 a_4 + 200^4 a_5 = 29.124 \end{array} \right.$$

200-400 К аралығында оттегі химиялық элементі үшін келесі түрде болады:

$$\left\{ \begin{array}{l} a_1 + 200a_2 + 200^2 a_3 + 200^3 a_4 + 200^4 a_5 = 29.124 \\ a_1 + 240a_2 + 240^2 a_3 + 240^3 a_4 + 240^4 a_5 = 29.179 \\ a_1 + 300a_2 + 300^2 a_3 + 300^3 a_4 + 300^4 a_5 = 29.384 \\ a_1 + 360a_2 + 360^2 a_3 + 360^3 a_4 + 360^4 a_5 = 29.769 \\ a_1 + 400a_2 + 400^2 a_3 + 400^3 a_4 + 400^4 a_5 = 30.108 \end{array} \right.$$

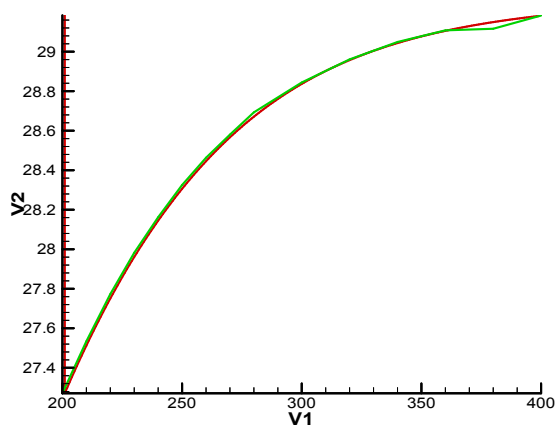
Сутегі және азот химиялық элементтері үшін де САТЖ осы түрде құрылады. Жоғарыдағы САТЖ-ларды Maple программасында LU-жіктеу әдісінің көмегімен шешеміз, САТЖ-ларды шешу нәтижесінде белгісіз эмпирикалық тұрақтыларды  $a_{ki}$   $i=1..5$  анықтаймыз. Табылған эмпирикалық тұрақтыларды (5) полиномиальды интерполяция формуласына салып, Maple бағдарламасында әрбір температура үшін меншікті жылу сыйымдылықты анықтаймыз. Компьютерден алынған бұл нәтижені, экспериментальды мәндерімен салыстырамыз. 1-суретте сутегі элементі үшін 80-200 К аралығында экспериментальды мәндер мен компьютерден алынған нәтижені салыстыру графигі көрсетілген. Суреттен байқағанымыздай, екі график өзара сәйкес келіп тұр. Демек, алынған нәтиже қанағаттандырады.



— экспериментальды мәндер; -.-.- компьютерден алынған нәтиже

Сурет 1.

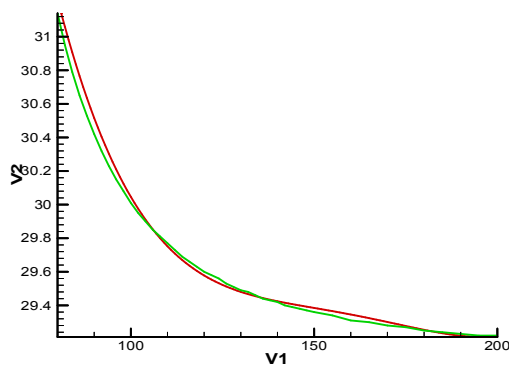
2-суретте сутегі элементі үшін 200-400 К аралығында экспериментальды мәндер мен компьютерден алынған нәтижені салыстыру графигі берілген.



— экспериментальды мәндер; -.-.- компьютерден алынған нәтиже

Сурет 2.

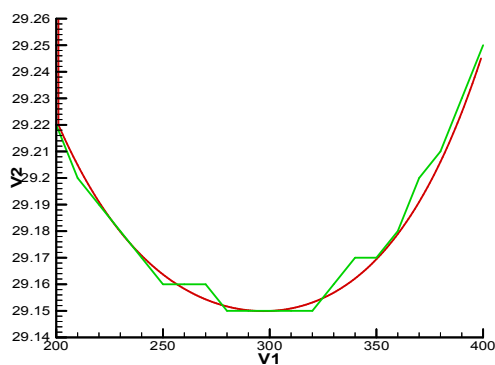
3-суретте азот элементі үшін 80-200 К аралығында экспериментальды мәндер мен компьютерден алынған нәтижені салыстыру графигі көрсетілген.



— экспериментальды мәндер; -.-.- компьютерден алынған нәтиже

Сурет 3.

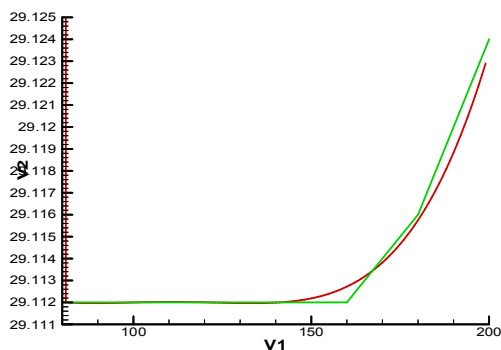
4-суретте азот элементі үшін 200-400 К аралығында экспериментальды мәндер мен компьютерден алынған нәтижені салыстыру графигі берілген.



— экспериментальды мәндер; -.-.- компьютерден алынған нәтиже

Сурет 4.

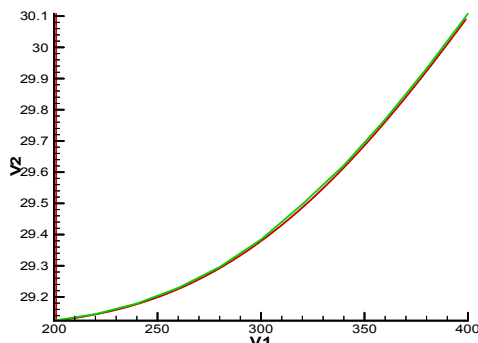
5-сурет – оттегі элементі үшін 80-200 К аралығында экспериментальды мәндер мен компьютерден алынған нәтижені салыстыру графигі берілген.



— экспериментальды мәндер; -.-.- компьютерден алынған нәтиже

Сурет 5.

6-суретте оттегі элементі үшін 200-400 К аралығында экспериментальды мәндер мен компьютерден алынған нәтижені салыстыру графигі.



— экспериментальды мәндер; -.-.- компьютерден алынған нәтиже

Сурет 6.

Жоғарыдағы графиктерге қарап, компьютерден алынған нәтиже мен экспериментальды мәндерден тұрғызылған графиктерді салыстырғанда нәтиженің қанағаттандыратынын байқауға болады.

Демек, компьютерден алынған нәтижеміз дұрыс екендігі салыстыру графиктерінен көрініп тұр. Ендеше, біздің табылған  $a_{ki}$  эмпирикалық тұрақтылардың да мәндері дұрыс екендігін көруге болады. 1-кестеде 80-200 К аралығында эмпирикалық тұрақтылар  $a_{ki}$  мәндері келтірілген.

Кесте 1

80<T<200 К	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
$a_{k1}$	29.139	26.142	55.599
$a_{k2}$	-0.00106	-0.2257	-0.6525
$a_{k3}$	0.0000149	0.00309	0.00612
$a_{k4}$	$-9.166 \cdot 10^{-8}$	-0.000014	-0.00002561
$a_{k5}$	$2.083 \cdot 10^{-10}$	$2.2656 \cdot 10^{-8}$	$3.99305 \cdot 10^{-8}$

2-кестеде 200-400 К аралығында эмпирикалық тұрақтылар  $a_{ki}$  мәндері берілген.

Кесте 2

200<T<400 К	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
$a_{k1}$	27.9585	10.035	31.3699
$a_{k2}$	0.01982	0.1727	-0.02703
$a_{k3}$	-0.000126	-0.00059	0.0001279
$a_{k4}$	$3.3802 \cdot 10^{-7}$	$9.45312 \cdot 10^{-7}$	$-2.81249 \cdot 10^{-7}$
$a_{k5}$	$-2.8124 \cdot 10^{-10}$	$-5.694 \cdot 10^{-10}$	$2.4305 \cdot 10^{-10}$

Қорыта айтқанда, жұмыстың нәтижесінде меншікті жылу сыйымдылық теңдеуі үшін төменгі температураларда эмпирикалық тұрақтылардың мәні зерттелді. Табылған эмпирикалық тұрақтыларды қолданып, температурадан

тәуелді меншікті жылу сыйымдылықтың мәндерін есептей аламыз. Меншікті жылу сыйымдылықтың мәндерін анықтау арқылы энтальпияны зерттейміз. Энтальпия мен меншікті жылу сыйымдылықты қолдану арқылы температура өрісін есептей аламыз.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Kee R.J., Rupley F.M., Miller J.A. CHEMKIN-II: a Fortran chemical kinetic package for the analysis of gas-phase chemical kinetics // *SANDIA Report SAND 89-8009*. - 1989.
2. Бекетаева, А.О. Численное исследование сверхзвукового течения с поперечным вдувом струй [Текст]: дис. ... канд. физ.-мат. наук. – Алматы: Институт МОН ЗК, НАН РК, 2006. – С.72-77.
3. Лапин, Ю.В. Внутренние течения газовых смесей [Текст] / Ю.В. Лапин, М.Х. Стрелец. – М.: Наука, 1989. – 366 с.
4. Harold W. Woolley Thermodynamic Functions for Molecular Hydrogen in the Ideal Gas State // *Journal of Research*. - 1948. - P.65.
5. Harold W. Woolley Thermodynamic Functions for Molecular Oxygen in the Ideal Gas State // *Journal of Research*. - 1948. - P.167.
6. Richard T. Jacobsen, Richard B. Stewart Thermodynamic Properties of Nitrogen Including Liquid and Vapor Phases from 63 K to 200K with Pressures to 10000 Bar.- Department of Mechanical Engineering University, Moscow. - 1973. - P.799, 795.

Материал редакцияға 11.03.17 түсті.

#### К. Жусипқызы

*Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан*

#### ВЫЧИСЛЕНИЕ ЭМПИРИЧЕСКИХ КОНСТАНТ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УДЕЛЬНОЙ ТЕПЛОЕМКОСТИ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

В работе представлены результаты вычислений эмпирических констант водорода, кислорода и азота для уравнений удельных теплоемкостей в температурном диапазоне 80-400 К. Интерполяционный полином четвертого порядка был применен для каждой из компонент. Решение задачи осуществлялось с помощью метода LU-факторизации в программе Maple.

**Ключевые слова:** удельная теплоемкость, эмпирическая константа, температура, струя, водород, кислород, азот.

#### К. Zhussipkyzy

*Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

#### CALCULATION OF EMPIRICAL CONSTANTS FOR DETERMINING THE SPECIFIC HEAT AT LOW TEMPERATURES

In this work empirical constants of hydrogen, oxygen and nitrogen for the equation of specific heat at temperature 80-400 K are calculated. Interpolation polynom of fourth order is implemented for at each species. LU-factorization method is applied for the computations in Maple program.

**Keywords:** specific heat, empirical constant, temperature, jet, hydrogen, oxygen, nitrogen.



UDC 519.642: 528.8 + 519.245

**A.S. Seytkerim***Master student**Taraz State University named after M.Kh.Dulati, Taraz, Kazakhstan**E-mail: adilkair781227@mail.ru***MONTE CARLO METHOD IN THE PROBLEM OF REMOTE SENSING**

The paper considers the integral equation of radiation transfer. Considered the problem of efficient modeling of propagation radiation in layered-homogeneous medium. Under these assumptions have been obtained approximate calculation formulas to estimate the values of functionals, having a physical means of the intensity of radiation and its derivative by dispersion coefficient. Further on is used the traditional method of addressing backward problems, based on the Newton-Kantorovich method.

**Keywords:** Monte-Carlo methods, integral equations, remote sensing.

In environmental research one of the most important is the task of optical remote sensing of the parameters of a continuous medium. Under these In meeting such challenges is widely and effectively used methods is the Monte Carlo [1-3], based on the probabilistic interpretation of the kernel of the integral equation of transfer of radiation

$$f(\vec{x}) = \int_X k(\vec{x}', \vec{x}) f(\vec{x}') d\vec{x}' + \psi(\vec{x}), \quad (1)$$

where  $X = D \times \Omega \times [0, T]$  - the phase space of coordinates

$\vec{r} = (x, y, z) \in D \subset R^3$ , lines  $\vec{\omega} = (\mu, \beta) \in \Omega = [-1, 1] \times [0, 2\pi]$ ,

$\mu = \cos \theta$ ,  $\theta \in [0, \pi]$ , and time  $t \in [0, T]$ ;

$\vec{x} = (\vec{r}, \vec{\omega}, t) \in X$ ,  $\vec{x}' = (\vec{r}', \vec{\omega}', t') \in X$ ;

$f(\vec{r}, \vec{\omega}, t)$  - the density of the collision of photons with environmental elements;

$\psi(\vec{r}, \vec{\omega}, t)$  - the density distribution of sources;

$k(\vec{x}', \vec{x})$  - the density of the transition photon from «condition»  $\vec{x}'$  at «condition»  $\vec{x}$ .

Applications are important functionals of the form

$$I_\varphi = (f, \varphi) = \int_X f(x) \varphi(x) dx \quad (2)$$

from the solution  $f(x)$  equation (1).

It's known [4], that  $\sup_{x \in X} \int_X |k(x', x)| dx' < 1$  and under the conditions

$\psi, \varphi \in L_1(X)$ , the equation (1) has a single solution in the class of functions  $L_1(X)$ , submitted convergent series of the Neumann:

$$f(\bar{x}) = \sum_{i=0}^{\infty} K^i \psi = \psi(\bar{x}) + \sum_{i=1}^{\infty} \int \dots \int_X \psi(\bar{x}_0) k(\bar{x}_0, \bar{x}_1) \dots k(\bar{x}_{i-1}, \bar{x}) d\bar{x}_0 \dots d\bar{x}_{i-1}.$$

Everywhere in a further sign of the vector on variables  $\bar{x}, \bar{x}_i, i \geq 0$ , we will drop out. We describe the basic idea of the Monte Carlo methods. Let points  $x_0, x_1, \dots, x_n, \dots$  - random and form a homogeneous Markov chain with the probability density distribution  $\psi(x)$  «initial state»  $x_0$  and probability density «transition»  $k(x_{i-1}, x_i)$  from «condition»  $x_{i-1}$  at «condition»  $x_i$ . Then the linear functional (2) by solving the equation (1) is a  $M\xi$  - the mathematical expectation of a random variable  $\xi = \sum_{i=0}^{\infty} \varphi(x_i)$ . Since  $I_\varphi = (f, \varphi) = M\xi$ , the task now is, to calculate  $M\xi$ . For this special formulas in a computer simulated sample values  $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_N$  a random variable  $\xi$  and calculates the sum  $S_N = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \xi_j$ . According to the law of large numbers,  $M\xi \approx S_N$  for sufficiently large values of  $N$ .

In real physical problems such Markov chains can be identified the process of the spread of elementary particles in a medium and behind  $x_0, x_1, \dots, x_n, \dots$  to take the point of collision of these particles with the elements of the environment. Let the medium homogeneous, that is a constant value of the scattering coefficient  $\sigma_s^*$  absorption  $\sigma_a^*$  and full attenuation  $\sigma^* = \sigma_s^* + \sigma_a^*$ . Required to determine  $\sigma_s^*$  at known and fixed  $\sigma_a^*$ . Not being interested in the specific form and the physical meaning of functions  $\varphi_k(x, \sigma) = \sigma \exp(-\sigma |\vec{r}_{sur.} - \vec{r}|) F_1$ , where  $\sigma = \sigma_s + \sigma_a^*$ ,  $\vec{r}_{sur.}$  - the radius vector of the point of collision on the surface of the medium,  $F_1$  - not depend on  $\sigma_s$ ,  $k = 1, \dots, m$ , will consider functionals of the form

$$I_k(\sigma) = \sum_{j=0}^{\infty} \int \dots \int_X \psi(x_0) \prod_{i=0}^{j-1} k(x_i, x_{i+1}, \sigma) \varphi_k(x_j, \sigma) dx_0 \dots dx_{j-1} dx_j, \quad (3)$$

where  $k(x_i, x_{i+1}, \sigma) = \sigma \exp(-\sigma |\vec{r}_{i+1} - \vec{r}_i|) F_2$ ,  $F_2$  also not depend on  $\sigma_s$ .

Label by  $I_k^*$  the values of the functionals, measured experimentally. Suppose  $I_k(\sigma^*) = I_k^*$ .

Then to find the exact value of the scattering coefficient we obtain the following system of nonlinear equations:

$$I_1(\sigma) = I_1^*, \dots, I_m(\sigma) = I_m^*. \quad (4)$$

To solve the resulting system using well-known Newton-Kantorovich method. We write the linearized system:

$$\frac{\partial I_k(\sigma^0)}{\partial \sigma_s}(\sigma_s - \sigma_s^0) = I_k^* - I_k(\sigma^0), \quad (5)$$

where  $\sigma_s^0$  - some prognostic value of the scattering coefficient,  
 $\sigma^0 = \sigma_s^0 + \sigma_a^*$ .

$$\text{We introduce describe } a_k = \frac{\partial I_k(\sigma^0)}{\partial \sigma_s}, \quad \Delta \sigma_s = (\sigma_s - \sigma_s^0).$$

The resulting system is generally incompatible, to deal with this problem it involve the least squares method and arrive at the equation

$$\sum_{k=1}^m a_k^2 \Delta \sigma_s = \sum_{k=1}^m a_k [I_k^* - I_k(\sigma^0)].$$

Next we construct successive approximations. Let  $\sigma_s^{(p)}$  - the current approximation of the scattering coefficient. Then the following approximation  $\sigma_s^{(p+1)}$  is how

$$\sigma_s^{(p+1)} = \sigma_s^{(p)} + \left\{ \sum_{k=1}^m (a_k^{(p)})^2 \right\}^{-1} \sum_{k=1}^m a_k^{(p)} [I_k^* - I_k(\sigma^{(p)})],$$

where  $\sigma^{(p)} = \sigma_s^{(p)} + \sigma_a^*$ .

The whole question now boils down to, to calculate the value at each iteration

$$I_k^{(p)} = I_k(\sigma^{(p)}) \quad \text{and} \quad a_k^{(p)} = \frac{\partial I_k(\sigma^{(p)})}{\partial \sigma_s} = \frac{\partial I_k(\sigma)}{\partial \sigma_s} \Big|_{\sigma=\sigma^{(p)}}.$$

To do this, we rewrite (3) as

$$I_k(\sigma) = \sum_{j=0}^{\infty} \int_X \dots \int_X \psi(x_0) \prod_{i=0}^{j-1} k(x_i, x_{i+1}, \sigma^0) R_{jk}(\sigma) dx_0 \dots dx_{j-1} dx_j,$$

where

$$R_{jk}(\sigma) = \varphi_k(x_j, \sigma) \prod_{i=0}^{j-1} \frac{k(x_i, x_{i+1}, \sigma)}{k(x_i, x_{i+1}, \sigma^0)}, \quad \sigma^0 - \text{a constant value for the}$$

parameter  $\sigma$ .

It is easy to see that

$$\frac{\partial}{\partial \sigma_s} R_{jk}(\sigma^0) = \frac{\partial}{\partial \sigma_s} \varphi_k(x_j, \sigma^0) + \varphi_k(x_j, \sigma^0) \frac{\partial}{\partial \sigma_s} \prod_{i=0}^{j-1} \frac{k(x_i, x_{i+1}, \sigma)}{k(x_i, x_{i+1}, \sigma^0)} \Big|_{\sigma=\sigma^0} =$$

$$= \frac{\partial}{\partial \sigma_s} \varphi_k(x_j, \sigma^0) + \varphi_k(x_j, \sigma^0) \sum_{i=0}^{j-1} \frac{\partial}{\partial \sigma_s} \ln k(x_i, x_{i+1}, \sigma^0) = \varphi_k(x_j, \sigma^0) w_j(\sigma^0),$$

where

$$w_j(\sigma^0) = \frac{\partial}{\partial \sigma_s} \ln \varphi_k(x_j, \sigma^0) + \sum_{i=0}^{j-1} \frac{\partial}{\partial \sigma_s} \ln k(x_i, x_{i+1}, \sigma^0). \quad (6)$$

Here's were we obtain the desired estimate for the derivative of the intensity

$$\begin{aligned} \frac{\partial I_k(\sigma^0)}{\partial \sigma_s} &= \sum_{j=0}^{\infty} \int_X \dots \int_X \psi(x_0) \prod_{i=0}^{j-1} k(x_i, x_{i+1}, \sigma^0) \frac{\partial}{\partial \sigma_s} R_{jk}(\sigma^0) dx_0 \dots dx_j = \\ &= M \left\{ \sum_{j=0}^{\infty} \varphi_k(x_j, \sigma^0) w_j(\sigma^0) \right\}. \end{aligned} \quad (7)$$

For the most intensity known local estimate [4]:

$$I_k(\sigma^0) = M \left\{ \sum_{j=0}^{\infty} \varphi_k(x_j, \sigma^0) \right\} \quad (8)$$

As  $\varphi_k(x_j, \sigma^0) = \sigma \exp(-\sigma |\vec{r}_{sur.} - \vec{r}_j|) F_1$  and  $F_1$  not depend on  $\sigma_s$ , it

$$\frac{\partial}{\partial \sigma_s} \ln \varphi_k(x_j, \sigma^0) = \frac{1}{\sigma^0} - |\vec{r}_{nos.} - \vec{r}_j|.$$

Similarly

$$\frac{\partial}{\partial \sigma_s} \ln k(x_j, x_{i+1}, \sigma^0) = \frac{\partial}{\partial \sigma_s} \ln \left\{ \sigma \exp(-\sigma |\vec{r}_{i+1} - \vec{r}_i| F_2) \right\}_{\sigma_s = \sigma^0} = \frac{1}{\sigma^0} - |\vec{r}_{i+1} - \vec{r}_i|$$

Consequently,

$$w_j(\sigma^0) = \frac{j+1}{\sigma^0} - \sum_{i=0}^{j-1} |\vec{r}_{i+1} - \vec{r}_i| - |\vec{r}_{nos.} - \vec{r}_j|. \quad (9)$$

In the work [4] in the case of convergence of the Neumann series to the solution (1) proved the finiteness of the average number of States of the Markov chain, in other words, Markov chain terminates with probability 1 through the end and the random number of transitions  $\gamma$ . Further according to the laws of distribution  $\psi(x)$  and  $k(x', x)$ , simulated  $N$  different trajectories (Markov chains):

$x_0^{(l)}, x_1^{(l)}, \dots, x_{\gamma(l)}^{(l)}$ ,  $l = 1, 2, \dots, N$ , where  $\gamma(l)$  - random number, chain which terminates with number  $l$ . Along each path construct the sum:

$$\xi_l^{(p)}(k) = \sum_{j=0}^{\gamma(l)} \varphi_k(x_j^{(l)}, \sigma^{(p)}), \quad (10)$$

$$\eta_l^{(p)}(k) = \sum_{j=0}^{\gamma(l)} \varphi_k(x_j^{(l)}, \sigma^{(p)}) w_j^{(l)}(\sigma^{(p)}) \quad (11)$$

where

$$w_j^{(l)}(\sigma^0) = \frac{j+1}{\sigma^{(p)}} - \sum_{i=0}^{j-1} |\vec{r}_{i+1}^{(l)} - \vec{r}_i^{(l)}| - |\vec{r}_{\text{нов.}}^{(l)} - \vec{r}_j^{(l)}|, \quad \vec{r}_0^{(l)}, \vec{r}_1^{(l)}, \dots, \vec{r}_j^{(l)} - \text{ the}$$

collision point  $l$ - th simulated trajectory.

Put now

$$S_1 = \frac{1}{N} \sum_{l=1}^N \xi_l^{(p)}(k), \quad S_2 = \frac{1}{N} \sum_{l=1}^N \eta_l^{(p)}(k),$$

$$D_1 = \frac{1}{N} \sum_{l=1}^N (\xi_l^{(p)}(k))^2, \quad D_2 = \frac{1}{N} \sum_{l=1}^N (\eta_l^{(p)}(k))^2.$$

Then we obtain the following approximate formulas, based on the law of large numbers:

$$I_k(\sigma^{(p)}) \approx S_1 \quad \text{и} \quad \frac{\partial I_k(\sigma^{(p)})}{\partial \sigma_s} \approx S_2.$$

An unbiased estimates for the errors of these approximations are finite and have a look  $\sqrt{N(D_1 - S_1^2)/(N-1)}$ ,  $\sqrt{N(D_2 - S_2^2)/(N-1)}$  accordingly.

As seen from (10) и (11) estimates the intensity and its time derivative are performed on the same trajectories and differ only by a factor  $w_j^{(l)}(\sigma^{(p)})$ .

#### REFERENCES

1. Marchuk G.I., Mikhailov G.A. Metod Monte-Carlo v atmosferno optike. – Novosibirsk: Nauka, 1998.
2. Nazaraliev M.A. Statisticheskoe modelirovanie radiacionykh processov v atmosfere. – Novosibirsk: Nauka, 1990.
3. Antyufeev V.S., Nazaraliev M.A. Obratnye zadachi atmosferno optiki. – Novosibirsk, 1998.
4. Mikhailov G.A. Nekotorye voprosy teorii metodov Monte-Carlo. – Novosibirsk: Nauka, 1974.

Material received 23.02.17.

#### С.Ә. Сейіткерім

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

#### ҚАШЫҚТЫҚТАН ЗОНДАУ ЕСЕБІНДЕ МОНТЕ-КАРЛО ӘДІСІН ПАЙДАЛАНУ

Мақалада сәуле тасымалдаудың интегралдық теңдеулері келтірілген. Қабатты-біртекті ортада сәуле таралуын тиімді модельдеу мәселесі қарастырылады. Осы болжамдарға сәйкес физикалық мағынасы сәулелену қарқындылығы және шашырау коэффициенті бойынша оның туындысын білдіретін функционал мәндерін бағалау үшін жуықталған есептеу формулалары алынды. Ньютон-Канторович әдісіне негізделген кері есептерді шешетін дәстүрлі әдіс қолданылды.

**Түйін сөздер:** Монте-Карло әдісі, интегралдық теңдеулер, қашықтықтан зондтау.

**С.Ә. Сейіткерім**

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

### **МЕТОД МОНТЕ-КАРЛО В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ**

В статье описаны интегральные уравнения переноса излучений. Рассмотрена проблема эффективного моделирования распространения излучения в слоисто-однородной среде. При таких предположениях получены приближенные расчетные формулы для оценки значений функционалов, имеющих физический смысл интенсивности излучения и ее производной по коэффициенту рассеивания. Использован традиционный метод решения обратных задач, основанный на методе Ньютона-Канторовича.

**Ключевые слова:** метод Монте-Карло, интегральные уравнения, дистанционное зондирование.

UDC 519.245+519.642

**A.S. Seytkerim**

*Master student*

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

### **ABOUT ONE APPROACH OF SOLVING THE PROBLEM OF OPTICAL SENSING**

The paper considers one inverse problem of hydro-optics. The importance of these tasks taking into account multiple scattering increases with the necessity of interpretation of optical observations in probing. The aqueous medium in which the radiation propagates is supposed layered-homogeneous. The linkage between the characteristics and parameters of the test medium contributes to the formulation and successful solution of inverse problems. After that by direct simulation of photon trajectories on a computer the problem of determining the scattering coefficient is solved using the Monte Carlo method.

**Keywords:** Monte-Carlo methods, integral equations, optics of the water environment.

**Description of the task.** Let in the aquatic environment  $0 < H_{sur.} \leq z \leq H_{bot.}$ ,  $(x, y) \in R^2$  spreads narrow light beam of constant wavelength, emitted from a point source  $\vec{r}_{sou.} = (0, 0, 0)$ , placed in «vacuum» above the surface of the medium, isotropically in a circular conical solid angle  $\Omega_{sou.} = [\cos\theta_{sou.}, 1] \times [0, \pi]$ , where  $\Omega_{sou.}$  – the angle of the source relative to the unit vector  $\vec{n}_{sou.} = (0, 0, 1)$  the axis of the source. The density distribution emitted by the source of light quanta is given by function [1]

$$\psi(\vec{r}, \vec{\omega}, t) = p(\vec{\omega})\delta(\vec{r} - \vec{r}_{sou.})\delta(t),$$

$$\text{where } p(\vec{\omega}) = \begin{cases} \{2\pi(1 - \cos\theta_{sou.})\}^{-1}, & \text{if } \vec{\omega} \in \Omega_{sou.} \\ 0, & \text{otherwise.} \end{cases}$$

The environment is expected to horizontally homogeneous and broken  $z$  axis into  $n$  sufficiently thin layers with different constant values of scattering coefficient  $\sigma_{s_1}^*, \sigma_{s_2}^*, \dots, \sigma_{s_n}^*$  inside them. The value of the absorption coefficient is considered in all layers of constant and equal  $\sigma_a^*$ . The numbering of the layers are from top to bottom. The bottom  $z = H_{bot.}$ , with a value of albedo  $Al$ -probability of survival, reflects radiation according to Lambert law: the density distribution of the cosine of the angle  $\theta_0$  between the reflected beam from the bottom surface and the normal to it has the form

$$p_0(\mu) = 2\mu, \quad \mu = \cos\theta_0.$$

Receiver with optical axis along the vector  $\vec{n}_{rec.} = (0, 0, 1)$ , measuring the intensity of scattered radiation environment, combined with the source and perceives only the light, supplied in directions  $\vec{\omega}$  such that  $(\vec{\omega}, \vec{n}_{rec.}) \geq \cos\theta_{rec.}$ , that is  $\vec{\omega} \in \Omega_{rec.} = [\cos\theta_{rec.}, 1] \times [0, \pi]$  – the angle of the receiver.

Let us consider the temporal distribution of the intensity of the radiation entering the receiver. The total value of the intensity is

$$I(t) = \int_{\Omega_{rec.}} \Phi(\vec{r}_{rec.}, \vec{\omega}, t) d\vec{\omega}.$$

The temporal distribution of  $I_k = \frac{1}{t_k - t_{k-1}} \int_{t_{k-1}}^{t_k} I(t) dt$  this intensity in intervals  $[t_{k-1}, t_k]$ , where  $t_k$  – the nodes of the breaking length of time  $[0, T]$ ,  $k = 1, \dots, m$ , it is possible to measure experimentally.

**Statement of the problem.** Knowing the measured intensity values  $I_1, I_2, \dots, I_m$  in  $m$  different time intervals, find the value of the scattering coefficient of the medium in layers  $1, \dots, n$ , at a known and fixed value of absorption coefficient in all layers.

**The solution of the task.**  $I_k$  it is a function of the value  $\sigma = \sigma_s + \sigma_a$ :  
 $I_k = I_k(\sigma)$ . It's known [2,3], that

$$I_k(\sigma) = \sum_{j=0}^{\infty} \int_X \dots \int_X \psi(\vec{x}_0) \prod_{i=0}^{j-1} k(\vec{x}_i, \vec{x}_{i+1}, \sigma) \varphi_k(\vec{x}_j, \sigma) d\vec{x}_0 \dots d\vec{x}_{j-1} d\vec{x}_j,$$

where

$$k(\vec{x}_i, \vec{x}_{i+1}, \sigma) = \frac{q(\vec{r}_i)g(\mu)\sigma \exp(-\sigma |\vec{r}_{i+1} - \vec{r}_i|)}{2\pi |\vec{r}_{i+1} - \vec{r}_i|^2} \delta\left(\vec{\omega}_{i+1} - \frac{\vec{r}_{i+1} - \vec{r}_i}{|\vec{r}_{i+1} - \vec{r}_i|}\right) \times \\ \times \delta\left(t_{i+1} - t_i - \frac{|\vec{r}_{i+1} - \vec{r}_i|}{v}\right), \quad (1)$$

$\vec{r}_i$  – the radius vector of point  $i$ -th collision,  $\vec{\omega}_i$  – a unit vector in the direction of the photon before  $i$ -th collision,  $t_i$  – time  $i$ -th collision, measured from the moment of penetration of a photon in the environment,

$$\vec{x}_i = (\vec{r}_i, \vec{\omega}_i, t_i),$$

$$\mu = (\vec{\omega}_i, \vec{\omega}_{i+1}),$$

$$\varphi_k(\vec{x}_j, \sigma) = \sigma \exp(-\sigma |\vec{r}_{sur.} - \vec{r}_j|) F_1,$$

$$F_1 = \frac{q(\vec{r}_j)g(\mu_1)}{2\pi |\vec{r}_{sur.} - \vec{r}_j|^2} \Delta_{\Omega_{rec.}}(\vec{\omega}_{rec.}) \Delta_k(t^*) \{1 - Y(\vec{\omega}_{sur.})\},$$

$\vec{r}_{sur.}$  – the radius of the intersection vector of the photon with the medium surface when returning to the receiver from point  $\vec{r}_j$ ,  
 $\vec{\omega}_{sur.} = (\vec{r}_{sur.} - \vec{r}_j) / |\vec{r}_{sur.} - \vec{r}_j|$ ,

$$\mu_1 = (\vec{\omega}_j, \vec{\omega}_{sur.}) - \text{cosine of the angle between the } \vec{\omega}_j \text{ and } \vec{\omega}_{sur.},$$

$q(\vec{r}_j)$ ,  $q(\vec{r}_i)$  probability of survival,

$$\vec{\omega}_{rec.} = (\vec{r}_{rec.} - \vec{r}_{sur.}) / |\vec{r}_{rec.} - \vec{r}_{sur.}|,$$

$$\Delta_{\Omega_{rec.}}(\vec{\omega}_{rec.}) = \begin{cases} 1, & \text{if } \vec{\omega}_{rec.} \in \Omega_{rec.}, \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} - \text{the angle indicator of}$$

solubility of the receiver,

$t^* = t_0 + t_j + t_{sur.} + t_{rec.}$  – the total time of a photon in transit from source to receiver,

$t_0 = H_{sur.} / \mu_0 c$ , where  $\vec{\omega}_0 = (\mu_0, \beta_0)$  – the random vector of the direction of departure of a photon from a source with a given distribution density  $p(\vec{\omega})$ ,  $c$  –



the speed of light in vacuum.  $t_j$  – the time of the collision at the point  $\vec{r}_j$ , starting from the contact with the medium,  $t_{sur} = |\vec{r}_{sur} - \vec{r}_j| / \nu$  – time to reach the surface of the medium photon at time  $t_j$ ,  $\nu$  – the speed of light in water,  $t_{rec} = |\vec{r}_{rec} - \vec{r}_{sur}| / c$  – the time of reaching the photon receiver after it's left of the environment,  $\Delta_k(t^*) = \begin{cases} 1, & \text{if } t^* \in [t_{k-1}, t_k], \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$  – indicator  $k$ -th time interval,

$Y(\vec{\omega}_{sur})$  – frenel reflection coefficient at point  $\vec{r}_{sur}$ .

To find  $\sigma_{s_1}^*, \sigma_{s_2}^*, \dots, \sigma_{s_n}^*$  in the work [1] the proposed recurrence system of linear equations

$$\sum_{j=1}^m q_{ij}^{(p)} \Delta \sigma_{s_j}^{(p+1)} = d_i^{(p)} \quad (2)$$

where

$$i = 1, \dots, n, \quad q_{ij}^{(p)} = \sum_{k=1}^m a_{ki}^{(p)} a_{kj}^{(p)}, \quad d_i^{(p)} = \sum_{k=1}^m a_{ki}^{(p)} b_k^{(p)},$$

$$a_{ki}^{(p)} = \left. \frac{\partial I_k(\vec{\sigma})}{\partial \sigma_{s_i}} \right|_{\vec{\sigma} = \vec{\sigma}^{(p)}}, \quad a_{kj}^{(p)} = \left. \frac{\partial I_k(\vec{\sigma})}{\partial \sigma_{s_j}} \right|_{\vec{\sigma} = \vec{\sigma}^{(p)}}, \quad b_k^{(p)} = I_k^* - I_k(\vec{\sigma}^{(p)}),$$

$$\Delta \sigma_{s_j}^{(p+1)} = \sigma_{s_j}^{(p+1)} - \sigma_{s_j}^{(p)},$$

$I_k^*$  – the values of the intensity of scattered radiation observed by the receiver in time intervals  $k = 1, \dots, m$ ,  $\vec{\sigma} = \vec{\sigma}_s + \vec{\sigma}_a^*$ ,  $\vec{\sigma}_s = (\sigma_{s_1}, \dots, \sigma_{s_n})$ ,  $\vec{\sigma}_a^* = (\sigma_a^*, \dots, \sigma_a^*)$ ,  $\sigma_{s_1}^{(p)}, \dots, \sigma_{s_n}^{(p)}$  –  $p$ -th approximation to the expected values.

In research we will use the following well-known formulas the approximate formulas:

$$I_k(\vec{\sigma}^{(p)}) = \frac{1}{N} \sum_{l=1}^N \xi_l^{(p)}(k), \quad a_{kh}^{(p)} = \frac{1}{N} \sum_{l=1}^N \eta_l^{(p)}(k, h), \quad \text{where}$$

$$\xi_l^{(p)}(k) = \sum_{j=0}^{\gamma(l)} \varphi_k(x_j^{(l)}, \vec{\sigma}^{(p)}), \quad \eta_l^{(p)}(k, h) = \sum_{j=0}^{\gamma(l)} \varphi_k(x_j^{(l)}, \vec{\sigma}^{(p)}) w_j^{(l)}(\sigma_h^{(p)}),$$

$$w_j^{(l)}(\sigma_h^{(p)}) = \frac{M_h^{(j+1)}}{\sigma_h^{(p)}} - \sum_{i=0}^{j-1} l_h^{(i,i+1)} - l_h^{(j)},$$

$\vec{r}_0^{(l)}, \vec{r}_1^{(l)}, \dots, \vec{r}_j^{(l)}$  – the collision point  $l$ -th the simulated trajectory.

$l_h^{(i,i+1)}$ ,  $l_h^{(j)}$  – the length of those parts of the segments  $|\vec{r}_{i+1}^{(l)} - \vec{r}_i^{(l)}|$  и  $|\vec{r}_{sur}^{(l)} - \vec{r}_j^{(l)}|$ , which accounted for  $h$ -th layer,

$M_h^{(j+1)}$  the number of points from the set  $\vec{r}_0^{(l)}, \vec{r}_1^{(l)}, \dots, \vec{r}_j^{(l)}$ , caught in  $h$ -th layer,  $\gamma(l)$  – random number collision, which ends up with  $l$ -th trajectory.

The objective of the evaluation values  $I_k^{(p)} = I_k(\bar{\sigma}^{(p)})$  and their derivatives  $a_{ki}^{(p)}$ ,  $p = 0, 1, 2, \dots$  shall be determined by direct simulation of the photon trajectories on a computer, as a homogeneous Markov chain of random points on collision  $x_0, x_1, \dots, x_n, \dots$  of a photon with the elements of the water environment. Distribution of the initial state of the Markov chain is specified by the function  $\psi(x)$ , physical distribution density of the emitted light quanta. The transition density of the Markov chain from one state to another state is set by the physical density of transitions, the given function (1). The solution in this article the inverse problem, in fact, it is the solution of a series of direct problems. Namely, at the beginning of the true values  $\{\sigma_{s_i}^*\}_{i=1, \dots, n}$  estimated intensity values  $\{I_k^*\}_{k=1, \dots, m}$  and its derivatives  $\{a_{ki}^*\}_{k=1, \dots, m, i=1, \dots, n}$  and they are accepted as "measured" by the device, in the General case getting a faux, normally distributed random error  $\{\zeta_k\}_{k=1, \dots, m}$ , owing to the inaccuracy of physical experiments. Next selected prognostic values of the unknown factor  $\{\sigma_{s_i}^{(0)}\}_{i=1, \dots, n}$  in layers, and for them again solved the direct problem in the calculation of  $\{I_k^{(0)}\}_{k=1, \dots, m}$  and  $\{a_{ki}^{(0)}\}_{k=1, \dots, m, i=1, \dots, n}$ . According to the latest system of equations is solved (2) relatively  $\{\sigma_{s_i}^{(1)}\}_{i=1, \dots, n}$  and etc.

**Practical solution of the problem by Monte Carlo.** To study the effectiveness of various modifications of the process simulation of radiation transfer with strongly anisotropic scattering can use the following process model. The particle moves from point  $x = 0$  along the axis  $x$  random runs, distributed with density  $e^{-x}$  ( $x > 0$ ). At the end of the path there is a collision, in which a particle can be absorbed with a probability  $1 - q$ ; otherwise, she's moving on. At the point  $x = H$  occurs sortie, i.e. torn off trajectory. Required to calculate the probability that the particle will leave, having experienced at least one collision. The transition density for the chain of collisions is determined by the formula [4]:

$$k(x', x) = qe^{-(x-x')}, x' \leq x \leq H \quad (3)$$

The density of the primary collision  $f(x) = e^{-x}$  ( $0 \leq x \leq H$ ). Therefore, the total density of the collision  $\varphi(x)$  satisfies the equation

$$\varphi(x) = q \int_0^{\pi} e^{-(x-x')} \varphi(x') dx' + e^{-x}$$

It is easy to check that here  $\|K\| < q$ . It is known that in this case the required probability  $P = \varphi(H)$ . Thus, it is required to compute the solution of the integral equation at a single point  $x = H$ . To do this, you can use a local assessment, putting  $h(x) = k(x, H) = qe^{-(H-x)}$ , i.e.  $P = M\xi$ ,

where  $\xi = \sum_{n=0}^N h(x_n) = \sum_{n=0}^N qe^{-(H-x_n)}$ , if implemented direct modeling a chain collision. Direct substitution into the equation can see that here

$$\varphi(x) = e^{-(1-q)x}, 0 \leq x \leq H$$

It is easy to obtain the value of the required probability

$$P = \varphi(H) = (\varphi, h) = e^{-(1-q)H} (1 - e^{-qH}).$$

The adjoint equation in this case has the form

$$\varphi^*(x) = q \int_x^H e^{-(x'-x)} \varphi^*(x') dx' + q e^{-(H-x)}.$$

Him meets function  $\varphi^*(x) = q e^{-(1-q)(H-x)}$ . The variance of the random evaluation  $\xi$  is determined by the equality

$$M\xi^2 = (\varphi, h(2\varphi^* - h)) = q^2 \frac{1+2q}{1+q} e^{-(1-q)H} - 2q^2 e^{-H} + \frac{q^2 e^{-2H}}{1+q}$$

Consider now the evaluation on acquisitions

$$\eta = \frac{h(x_N)}{g(x_N)} = \frac{q e^{-(H-x_N)}}{1-q + q e^{-(H-x_N)}}.$$

$$\text{For her } M\eta^2 = (\varphi, \frac{h^2}{g}) = q^2 e^{-(1-q)H} \int_0^H \frac{e^{-(1+q)x}}{1-q + q e^{-x}} dx.$$

In this case, we can consider a binary evaluation  $\zeta$ , which is equal to 1, if the particle flew, and equal to 0 otherwise. It is obvious that  $M\zeta^2 = M\zeta = P = e^{-(1-q)H} (1 - e^{-qH})$ . To compare variance estimates for a large  $H$  it is enough to consider the corresponding coefficients of the functions  $e^{-(1-q)H}$ , i.e. value

$$C_\xi = q^2 \frac{1+2q}{1+q}, C_\eta = q^2 \int_0^\infty \frac{e^{-(1+q)x}}{1-q + q e^{-x}} dx, C_\zeta = 1$$

Values of  $C_\xi$  and  $C_\eta$  given in the table 1.

Table 1

The values of the coefficients  $C_\xi$  and  $C_\eta$ .

$q$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$C_\xi$	0,0101	0,047	0,111	0,21	0,33	0,45	0,62	0,93	1,19	1,5
$C_\eta$	0,0096	0,037	0,080	0,14	0,21	0,31	0,42	0,55	0,72	1

**Conclusion.** Thus, can be seen, evaluation on absorption multiple is more accurate than the other evaluation. This is due to the fact, in this case, the probability is calculated from the absorbance of one species – sortie. In the transition to the real problems of the relationship between  $D\xi$  and  $D\eta$  changes in the valuation advantage  $\xi$  because of the possibility of more changes  $g(x)$ . Also in the works, knowing the measured values of intensity in different time intervals, found the value of the scattering coefficient of the medium in layers at a known and fixed value of absorption coefficient.

## REFERENCES

1. Antyufeev V.S., Nazaraliev M.A. Obratnye zadachi atmosfernoі optiki. – Novosibirsk, 1998.
2. Nazaraliev M.A. Statisticheskoe modelirovanie radiacionyh processov v atmosfere. –Novosibirsk: Nauka, 1990.
3. Mikhailov G.A. Nekotorye voprosy teorii metodov Monte-Carlo. – Novosibirsk: Nauka, 1974.
4. Ermakov S.M. Mikhaylov G.A. Statisticheskoe modelirovanie. –Moskva: Nauka, 1982.

*Material received 23.02.17.*

**С.Ә. Сейіткерім**

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

**ОПТИКАЛЫҚ ЗОНДТАУ ЕСЕБІН ШЕШУДІҢ БІР АМАЛЫ**

Мақалада гидро-оптиканың кері есебі қарастырылған. Орта шашыраудың оптикалық есептерін шешу маңыздылығы оптикалық зондтау бақылаулардың түсіндіру қажеттілігінен туындады. Сәуле таралатын су ортасы қабатты-біртекте деп есептеледі. Сипаттамалар мен зерттеліп отырған қоршаған ортаның параметрлері арасындағы байланысты орнату кері есептерді табысты шешуге ықпал етеді. Фотон траекторияларын ЭЕМ да тікелей модельдеу арқылы Монте-Карло әдісімен шашырау коэффициентін анықтау есебі шешімін табады.

**Түйін сөздер:** Монте-Карло әдісі, интегралдық теңдеулер, су ортасының оптикасы.

**С.Ә. Сейіткерім**

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

**ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПТИЧЕСКОГО  
ЗОНДИРОВАНИЯ**

В статье рассматривается одна обратная задача гидро-оптики. Важность решения таких задач с учетом многократного рассеяния возросла с необходимостью интерпретации оптических наблюдений в зондировании. Водная среда, в которой распространяется излучение, предполагается слоисто-однородной. Установление связей между характеристиками и параметрами исследуемой среды способствует постановке и успешному решению обратных задач. Вследствии методом Монте-Карло решена задача определения коэффициента рассеяния прямым моделированием траекторий фотонов на ЭВМ.

**Ключевые слова:** метод Монте-Карло, интегральные уравнения, оптика водной среды.

Информационные  
технологии

УДК 681.5

Г.Ж. Жетимекова

Ст. преподаватель

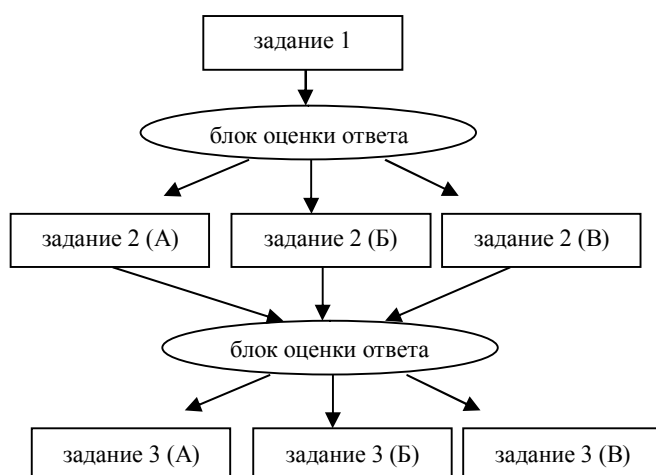
Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова,  
г. Караганда, КазахстанРАЗРАБОТКА АДАПТИВНОЙ ТЕСТИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ  
С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В статье рассматривается принцип работы нейросетевого конфигуратора, с детальным описанием процесса формирования тестового множества для обучения нейронной сети. Тестовое множество формирует один или группа экспертов, опыт которых желателен учесть при выявлении уровня испытуемого.

**Ключевые слова:** тестирующая система, нейросетевые технологии, кластеризация, классификация, нечеткая логика, нечеткая система, анализ данных.

Последнее десятилетие характеризуется повышенным интересом исследователей к нейросетевым методам обработки информации. Все чаще искусственные нейронные сети используются для моделирования социальных, технических, экономических, экологических процессов, о чем свидетельствует рост количества публикаций в этой области, создаются программные имитаторы нейросетей, расширяются сферы применения нейросистем [1].

При построении адаптивных тестирующих систем используется многошаговая стратегия адаптивного тестирования (рис. 1).



А – первый уровень сложности; Б – второй уровень сложности;  
В – третий уровень сложности

Рис. 1. Многошаговая стратегия адаптивного тестирования

В результате использования разработанного алгоритма адаптивного тестирования и сформулированного принципа действия нейросетевого конфигуратора спроектирована система адаптивного тестирования. Предлагается следующий алгоритм адаптивного тестирования [2].

1 шаг. Инициализация основных параметров тестирования:

- определение количество этапов тестирования от 1 до  $N$ ;
- определение количества вопросов в тесте на каждом этапе тестирования;
- определение уровней сложности вопросов в тесте от 1 до  $M$ .

2 шаг. Начальный этап тестирования. Из базы данных тестов формируется тест с вопросами; испытуемый отвечает на вопросы.

3 шаг. Полученные ответы сравниваются с эталонами в модуле оценки результатов тестирования.

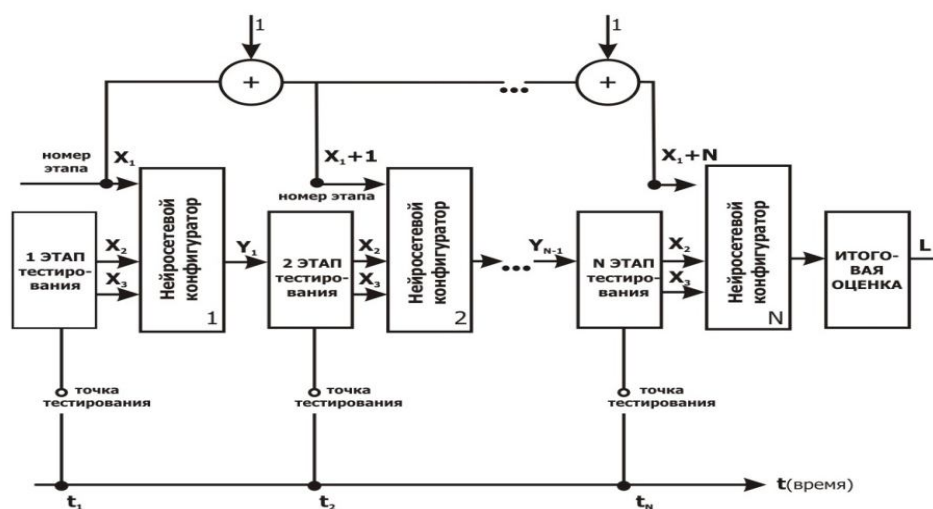
4 шаг. Полученные результаты передаются в нейросетевой конфигуратор – модуль принятия решений о дальнейшем выборе уровня тестирования.

5 шаг. Второй и последующие этапы тестирования производятся по шагам 2-4.

6 шаг. Процесс тестирования завершается по прохождению испытуемым всех этапов тестирования.

7 шаг. Итоговой оценкой является результат последнего этапа тестирования.

На рисунке 2 представлена общая структурная схема процесса адаптивного тестирования.



$X_1$  – номер этапа тестирования;  $X_2$  – уровень сложности вопроса в тесте;  $X_3$  – количество правильных ответов, набранных испытуемым после одного этапа тестирования;  $Y_i$  – выход нейронной сети с данными о повышении или понижении уровня сложности вопроса на следующем этапе тестирования испытуемого;  $N$  – количество этапов тестирования в тесте;  $L$  – итоговая оценка испытуемого.

Рис. 2. Структурная схема процесса тестирования

Процесс тестирования можно описать следующим образом [3]. На начальной фазе тестирования испытуемому предлагается пройти первый этап. Вопросы данного этапа отражают фундаментальные знания по дисциплине, целью является выявление уровня подготовленности испытуемого. На вход нейронной сети подаются данные  $X_1, X_2, X_3$ , результатом работы сети является предложение  $Y_i$  о повышении или понижении уровня сложности вопроса на следующем этапе. В процессе тестирования система переводит испытуемого с учетом его подготовленности с одного этапа тестирования на другой, повышая или понижая уровень сложности вопросов в тесте. Процесс тестирования завершается по прохождению испытуемым всех запланированных в тестировании этапов и подведением итоговой оценки.

Для создания комплекса программ системы адаптивного тестирования выделены цели и задачи системы.

Разработанная система адаптивного тестирования знаний позволяет:

- использовать опыт и знания высококвалифицированных специалистов в процессе оценивания знаний;
- сократить время проведения тестирования;
- обеспечить индивидуальный подход к обучающимся в процессе оценки знаний;
- снизить фактор случайного угадывания при ответах;
- повысить точность оценивания знаний обучающегося;
- уменьшить вероятность возникновения ошибок при подсчете результатов тестирования и выведения итоговой оценки;
- сократить трудоемкость работы по обработке результатов тестирования;
- адаптировать тестовые задания к конкретному уровню обучающегося.

Структурно, разработанная система делится на две подсистемы:

- подсистема настройки и обучения нейросетевого конфигулятора, управляющего процессом адаптивного тестирования знаний;
- подсистема автоматизации процесса тестирования.

Подсистема настройки и обучения нейросетевого конфигулятора, управляющего процессом адаптивного тестирования знаний, позволяет:

- формировать алгоритм проведения адаптивного тестирования на основе опыта и знаний высококвалифицированных специалистов, экспертов;
- обучить и настроить нейронную сеть заданному алгоритму проведения адаптивного тестирования;
- сформировать нейросетевой конфигулятор на основе данных, полученных от обученной нейронной сети.

Подсистема автоматизации процесса тестирования позволяет:

- создавать, добавлять, редактировать, хранить информацию в базе данных пользователей системы (испытуемые, преподаватели, администратор);
- создавать, добавлять, редактировать, хранить информацию в базе данных тестов, используемых в системе;
- взаимодействовать с нейросетевым конфигуратором в процессе автоматизации тестирования;
- формировать отчеты результатов тестирования;
- экспортировать данные в табличный редактор Excel;
- создавать резервную копию базы данных.

В качестве СУБД системы выбрана MySQL Server, подсистема настройки и обучения нейросетевого конфигулятора разработана в среде Microsoft Visual Basic, подсистема автоматизации процесса тестирования разработана по технологии клиент-сервер, с применением языков программирования PHP, HTML, Java Script. При оформлении пользовательского интерфейса использовались каскадные таблицы стилей CSS для верстки web-страниц. В качестве операционной системы допускается использование MS Windows, с установленным web-сервером Apache.

На рисунке 3 приведено описание функциональной схемы взаимодействия аппаратных средств.

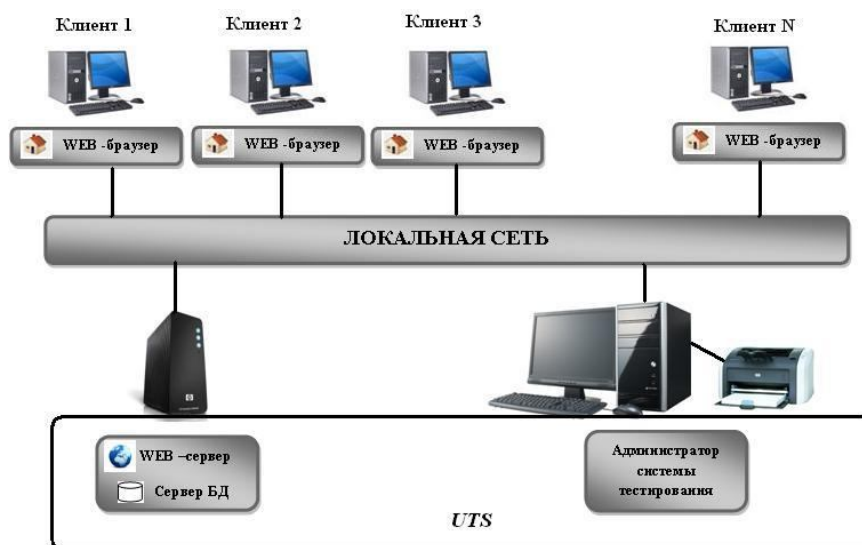


Рис. 3. Схема аппаратных средств

Таким образом, на основе проведенного анализа принципов построения тестирующих систем, разработан алгоритм проведения адаптивного тестирования знаний с использованием нейросетевого конфигулятора.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Савченко, Е.Ю. Разработка универсальной тестирующей оболочки для системы адаптивного тестирования [Текст] / Е.Ю. Савченко // Проблемы автоматки и управления / Ин-т автоматки НАН КР. – 2008. – №2. – С.134-138.
2. Розенблатт, Ф. Аналитические методы изучения нейронных сетей [Текст] / Ф. Розенблатт // Зарубежная радиоэлектроника. – 1965. – №5. – С. 40-50.
3. Садовничий, В.А. Компьютерная система проверки знаний студентов [Текст] / В.А. Садовничий // Высшее образование в России. – 1994. – №3. – С.20-26.

Материал поступил в редакцию 01.03.17.



**Г.Ж. Жетимекова**

*Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті,  
Қарағанды қ., Қазақстан*

### **НЕЙРОЖЕЛІЛІК ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ БЕЙІМДІ ТЕСТІЛЕУ ЖҮЙЕСІН ҚҰРУ**

Мақалада нейрожелілік конфигуратордың қызметі және нейрондық желіні оқыту үшін қолданылатын тесттерді құру үрдісі сипатталған.

**Түйін сөздер:** тестілеу жүйесі, нейрожелілік технологиялар, кластерлеу, топтау, айқын емес логика, айқын емес жүйе, деректер талдауы.

**G.Zh. Zhetimekova**

*E.A. Buketov Karaganda State University, Karaganda, Kazakhstan*

### **DEVELOPMENT OF ADAPTIVE TESTING SYSTEM USING NEURAL NETWORK TECHNOLOGY**

The article deals with the principle of neural network configurator, with a detailed description of the formation of the test sets for training the neural network.

**Keywords:** testing system, neural network technology, clustering, classification, fuzzy logic, fuzzy system, analysis.

ОӘЖ 621.394.6

**Л.Н. Есмаханова**

*Магистр, аға оқытушы*

*М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан  
Электрондық почта: laura060780@mail.ru*

### **ҚОЛЖЕТІМДІЛІКТІҢ БИОМЕТРИЯЛЫҚ БАҚЫЛАУЫ – ҚОРҒАНЫСТЫҢ ЗАМАНАУИ ТЕХНОЛОГИЯЛАР КЕШЕНІ**

Мақалада қауіпсіздіктің сенімді жүйесін орнату өзектілігі баяндалған. Қолжетімді бақылау және басқару жүйелері материалдық құндылықтарды сақтап қана қоймай, қызметкерлердің де қауіпсіздігін қамтамасыз ету жолдары қарастырылған. Ақпаратты оңтайлы қорғау құралдары мен әдістері арасында қолжетімділікті бақылау және басқару жүйесін ендіру қажеттілігі айтылған.

**Түйін сөздер:** биометриялық жүйелер, идентификация, аутентификация, оптикалық датчик.

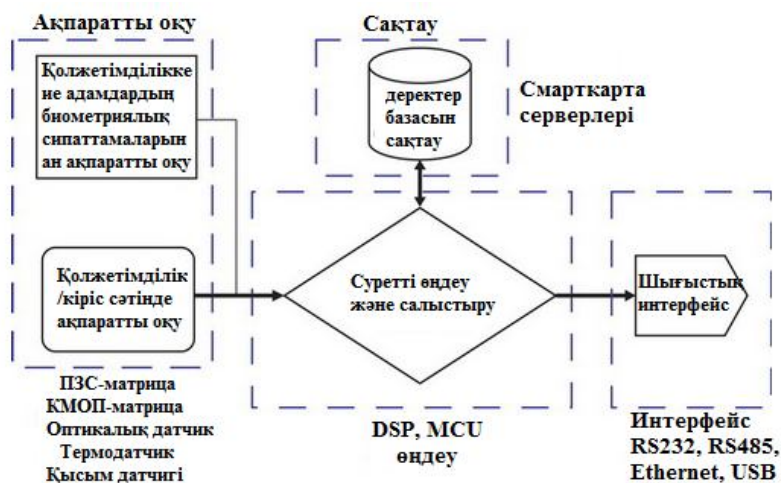
Соңғы уақытта қолжетімділіктің биометриялық жүйелеріне қызығушылық артуда. Негізінен бұл халықаралық терроризм мен киберқылмыстың белсенді қауіпімен байланысты. Осының нәтижесінде жүйелерде күрделі бұзылу немесе мүлде бұзылмау қажеттігі туындады.

Халықаралық терроризмнің ауқымды проблемасы – бұл тек жаңа халықаралық қатынастар ғана емес, сонымен қатар қауіпсіздік саласында жаңа шешімдердің қажеттілігі. Оның ең маңызды аспектілерінің бірі – жеке тұлға дұрыстығын растауды орнату, ал бұл биометриялық технологиялардың көмегімен іске асырылады.

Қолжетімділікті бақылаудың кез-келген жүйесінің мақсаты – тіркелген келушілерді өткізу. Карточкаларды пайдалануға негізделген жүйе қолжетімділікті бақылауға мүмкіндік береді, алайда карточканы ұсынған адамның жеке тұлғасын анықтамайды [1].

Қолжетімділікті бақылаудың биометриялық жүйелері бүгінде кең танымал. Бұл адамның табиғи деректерін зерттеуге мүмкіндік беретін жетілдірілген техникамен байланысты. Қауіпсіздіктің биометриялық жүйелері көптеген мекемелерде пайдаланылады. Әрине, олардың артықшылықтары мен кемшіліктері де бар. Ең басты артықшылық – идентификация әдісі болып табылады. Біріншіден, физиологиялық параметрлері жеткілікті дәрежеде айырықша, ал екіншіден, оларды қолжетімділіктің электронды кілттеріне қарағанда жоғалтып алу мүмкін емес.

Барлық биометриялық жүйелер төмендегідей бір сұлба бойынша жұмыс істейді: ақпаратты оқу, өңдеу, сақтау, инфрақұрылымы бар интерфейс (1-сурет).



Сурет 1. Қолжетімділіктің биометриялық жүйесінің негізгі элементтері

Кірістік интерфейсін іске асыратын ақпаратты оқу элементі биометриялық жүйенің аппараттық өзегі болып табылады да, адамның биологиялық сипаттамаларын сандық формаға түрлендіреді. Бетті, қол іздерін немесе көздің сыртқы мөлдір қабаты (торын) тану негізінде қолжетімділікті іске асыру жағдайында осы элемент ретінде КМОП немесе ПЗС типті суретті қалыптастыру блогы қызмет атқарады. Егер қолжетімділік саусақ іздері бойынша іске асырылса, онда КМОП немесе оптикалық датчик пайдаланылады; дауысты тану кезінде микрофон қолданылады. Сандық формаға түрленген соң биометриялық сигналдар өңдеу кезеңінен кейін келіп түседі [2].

Өңдеу микроконтроллер, сандық сигналдық процессор немесе компьютер көмегімен орындалады және келесі іс-әрекеттерді білдіреді:

суреттің жақсаруы, бір қалыпқа келтіру, үлгіні қалыптастыру, үлгіні алынған суретпен салыстыру.

Сандық сигналдық процессорлардың архитектурасы күрделі математикалық алгоритмдерді орындау үшін жасалған. Арифметикалық-логикалық құрылғының құрамында көбейту немесе қосу аппараттық модулінің арқасында DSP-процессор бір циклда көбейту (қосу) операциясын орындайды. Пәрмен және деректер жадысына қолжетімділіктің жеке шиналары бір уақытта пәрмен мен орандаларды шығарып алуға мүмкіндік береді, бұл есептеу жылдамдығын ұлғайтады.

Қолжетімділіктің биометриялық жүйелерінде сандық сигналдық процессорларды пайдалана отырып, қолданушылар Фурьенің екі өлшемді тез түрленуін (БПФ) және ақырғы импульстік сипаттамасы бар сүзгілерді (КИХ-сүзгісі) пайдаланып, кірістік суреттің тез уақытта танылуын іске асыра алады. Жүйенің дәлдігі кірістік суреттің сапасына және өңдеу алгоритмінің дәлдігіне байланысты болғандықтан Фурьенің екі өлшемді тез түрленуін (БПФ) және ақырғы импульстік сипаттамасы бар сүзгілерді (КИХ-сүзгісі) қолдану сомалық қателіктің және биометриялық жүйенің қателіктерінің пайда болу жиілігінің азаюына алып келеді.

Қолжетімділікті сұрау сәтінде үлгілердің деректер базасын сақтау үшін RAM- немесе flash-типті жады микросхемалары, жады карталары немесе деректер сервері пайдаланылады. DSP-процессор оперативті есте сақтау құрылғысынан тұрады. Оның көлемі әртүрлі биометриялық қосымшалардың суреттерін өңдеу алгоритмдерін іске асыру кезінде пайдаланылатын процессорға байланысты. Оперативтік есте сақтау құрылғысынан басқа процессор бағдарламалық кодтың өзгермейтін бөлігін сақтауға арналған тұрақты есте сақтау құрылғысынан тұрады. Кейбір DSP-процессорлардың кіріктірілген flash-жадысы болады. Сыртқы жадының шинасы арқылы DSP-процессорларға SRAM, SDRAM, SBRAM, flash және басқа да энергияға тәуелді және тәуелсіз жадылар қосылады.

Интерфейстік элемент арқылы биометриялық жүйе пайдаланушының қолжетімділігіне рұқсат немесе тыйым салады. Интерфейстік элемент ретінде қарапайым коммуникациялық хаттама RS232, едәуір жылдам USB немесе 10/100 Ethernet немесе сымсыз 802.11b, RFID, Bluetooth базасы негізіндегі күрделі желілік хаттамалар қызмет атқарады.

Қазіргі уақытта қолжетімділіктің көптеген биометриялық жүйелері дербес компьютерге қосылған сенсорлық элемент болып табылады. Кейбір жағдайларда бір сервер қолжетімділіктің көптік нүктелерін қамтамасыз ету үшін бірнеше сенсорларға қызмет көрсетеді. Мұндай жүйелердің екі үлкен қателіктері бар. Біріншісі – компьютер құнының қымбаттылығы, ал екіншісі – қауіпсіздік пен конфиденциалдылық жағынан датчик пен компьютер арасындағы деректерді тарату арнасының әлсіздігі. DSP-процессорларын қолдану арқылы осы кемшіліктерден ажырауға болады және деректердің құпиялығын қамтамасыз ету жағынан желілік құрылғылар сенімді жұмыс атқарады [2].

Қорғалған автономды құрылғыда идентификацияның барлық функциялары кіріктірілген процессор шекарасында жұмыс істейді, нәтижесі хабарланады немесе пайдаланушыға қолжетімділікте рұқсат беру немесе тыйым салу үшін басқарушы сигналды таратумен бірге көрсетіледі. Биометриялық сипаттамалардың үлгілері құрылғының жадысында немесе пайдаланушының смарт-картасында сақталады.

Бетті, көздің сыртқы мөлдір қабатын немесе торын танумен жұмыс істейтін қолжетімділіктің биометриялық құрылғыларында алынған сурет кіріктірілген процессорге жіберіледі, ол аналогты бейне ағынды сандық формаға түрлендіреді (кодтайды). DSP-процессорлар үшін JPEG, MPEG2, MPEG4, H.264 және т.б. кодектеріне арналған бағдарламалық қамтамасыздандырылу қолжетімді болып табылады. Саусақтың іздерін тануды іске асыратын құрылғыларда кодтау қажет емес, себебі датчиктің шығысына сұр деңгейде биттік үлгі келіп түседі. Оптикалық датчик жағдайында биттік суретті генерациялау үшін күшейткіштер мен аналогты-сандық түрлендіргіштер сияқты аналогты компоненттер талап етіледі.

Сурет алынып, кодталған соң (2-сурет) гистограмманы теңестіру, сүзгілеу, фронттардың коррекциясы сияқты функциялар атқарылады. Осы іс-әрекеттер нәтижесінде үлкен өлшемді сурет алынады да, кейін қалыпқа келтіріледі. Қалыпқа келтірілу – суретті алу кезінде пайдаланылатын датчикке байланысты емес, белгілі бір пиксельдер саны бар стандартты кірістік суретті жасау үрдісі. Мұндай қалыпқа келтірілген сурет белгілі бір алгоритм бойынша өңделеді, нәтижесінде үлгі қалыптасады. Алынған үлгі құрылғының жадысында (ішкі немесе сыртқы) сақталады да, идентификацияланатын пайдаланушының биометриялық сипаттамаларымен салыстыру үшін шығарылады.



Сурет 2. DSP құрылғының жұмыс алгоритмі

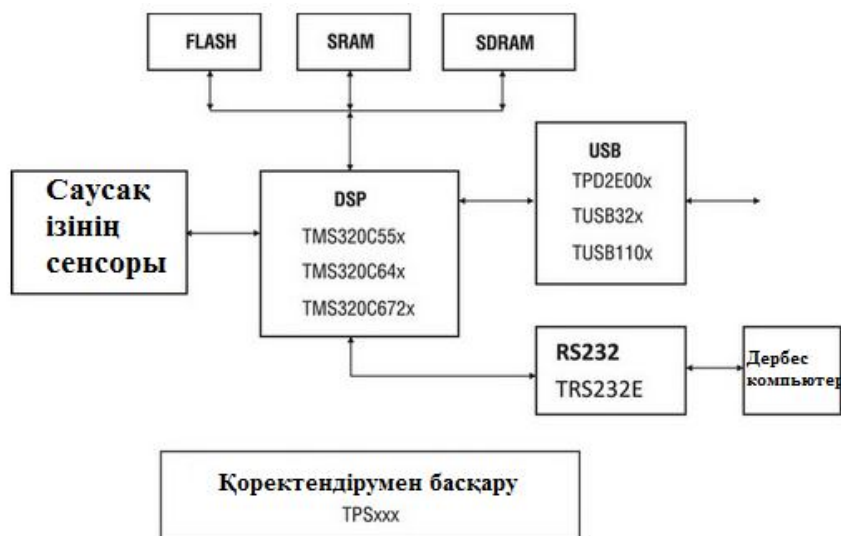
Егер қолжетімділіктің биометриялық құрылғысы желіде жұмыс істесе, ол пайдаланушының биометриялық сипаттамаларын ақпаратты оқу құрылғысымен оқиды да, оларды үлгіге түрлендіреді және қысады, шифрлайды, алынған үлгіні базадағы үлгімен салыстыратын серверге жібереді.

Желіде жұмыс істейтін құрылғыларға, мысалы, компьютерлердің жергілікті желісіне немесе сату терминалдарының желісіне қолжетімділікті қамтамасыз ету жағдайында қолжетімділіктің көптеген нүктелері пайдаланылады және пайдаланушы тіркелген пайдаланушылар базасына сәйкес идентификациялануы қажет. Желінің қауіпсіздігін кепілдендіру үшін желілік биометриялық құрылғылар қорғаныстың белгілі бір функцияларын орындайды. Қорғаныс функцияларының бірі – серверге жібермес бұрын биометриялық сипаттаманың немесе суреттің үлгісін шифрлеу. Бұл кезде байланыс желісіне қолжетімділіктің желілік нүктесі мен сервер арасына

нақты биометриялық сипатты ендіруге және нақты биометриялық сипаттаманы сандық файлмен алмастыруға болмайды.

DSP-процессоры базасында қолжетімділіктің желілік биометриялық құрылғысында автономды құрылғысындағы бағдарламалық функциялар пайдаланылады, бірақ серверде орындалатын «салыстыру» орындалмайды, нәтижесінде шифрлеу алгоритмдерін орындайтын DSP-процессордың ресурсы босатылады (мысалы, 3DES, RSA1024). Сонымен қатар, бағдарланатын DSP-процессор екі әртүрлі құрылғылар үшін бір жасалымды конфигурлеуге мүмкіндік береді: қолжетімділіктің желілік және автономды биометриялық құрылғылары [3].

3-суретте саусақтың іздері бойынша аутентификацияны орындайтын жүйенің блок-сұлбасы көрсетілген.



Сурет 3. Саусақтың іздері бойынша аутентификацияны орындайтын жүйенің блок-сұлбасы

Жүйенің өзегі сандық сигналдық процессор болып табылады. Алгоритмнің күрделілігіне және қажетті өнімділікке байланысты TMS320C55x, TMS320C64x, TMS320C672x модельдерінің бірін таңдауға болады. Алғашқы екі модель тіркелген нүктесі бар архитектураға ие, соңғысы – бос нүктелі. Егер қолжетімділіктің биометриялық құрылғысы клавиатура немесе «тышқан» құрамына кіретін болса, онда компьютермен байланыс USB арқылы іске асырылады. Егер процессордың USB-интерфейсі болмаса, онда TUSB32x (full-speed-қабылдау-таратқыштар), TUSB110x (әмбебап қабылдау-таратқыштар), TPD2E00x (электростатикалық разрядтан қорғанысы бар қабылдау-таратқыштар) жиынтығының бір микросхемасы пайдаланылады. Егер биометриялық құрылғы желіде жұмыс істесе, онда сервермен байланыс RS232 интерфейсі (TRS232E, SN65xxxx, SN75xxxx микросхемалары), немесе процессордың сыртқы жады интерфейсі арқылы қосылатын Ethernet көмегімен ұйымдастырылады. Желіден немесе батареядан қоректендіруді ұйымдастыру кезінде қуатты түрлендіру үшін TPSxxx микросхемалары пайдаланылады.

Бетті тану бойынша қолжетімділіктің биометриялық жүйесін (4-сурет) арнайы сандық TMS320DMxx медиапроцессорлар базасында құру ыңғайлы,

себебі олардың құрамында бейнеөңдеуге арналған көптеген аппараттық функциялар бар. Сурет ПЗС-матрицамен немесе аналогты камерамен алынады. Қолжетімділікті іске асырудан басқа мұндай құрылғы қауіпсіздік жүйесінің камерасы ретінде де жұмыс істей алады. Бұл кезде бейнеаппарат мониторға беріледі немесе желі бойынша (IP-камера) таратылады.



Сурет 4. Бетті тану негізінде қолжетімділіктің биометриялық жүйесінің блок-сұлбасы

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Петрухин, Г.Д. Основы электроники, радиотехники и связи [Текст]: учебное пособие для вузов / А.Д. Гуменюк, В.И. Журавлев, Ю.Ю. Мартюшев [и др.]; Под редакцией Г.Д. Петрухина. – М.: Горячая линия - Телеком, 2008. – 480 с.: ил. ISBN 978-5-9912-0029-5.
2. Баркун, М.А. Цифровые системы синхронной коммутации [Текст] / М.А. Баркун, О.Р. Ходасевич. – М.: Радио и связь, 2001.
3. Баскаков, С.И. Радиотехнические цепи и сигналы [Текст] / С.И.Баскаков. – М.: Высшая школа, 2000.

Материал редакцияға 27.10.16 түсті.

Л.Н. Есмаханова

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

#### БИОМЕТРИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ДОСТУПНОСТИ – КОМПЛЕКС СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ

В статье рассматривается настройка надежной системы безопасности. Системы контроля доступа и управления обеспечивают не только безопасность материальных ценностей и защиту информации, но и обеспечивают безопасность персонала.

**Ключевые слова:** биометрические системы, идентификация, аутентификация, оптический датчик.

L.N. Esmakhanova

Taraz State Universit ynamed after M.H.Dulati, Taraz, Kazakhstan

**BIOMETRIC CONTROL OF ACCESSIBILITY -  
COMPLEX OF MODERN PROTECTION TECHNOLOGY**

The article considers the setting of a reliable security system. Access and control systems provide not only the security of material values and the protection of information, but also ensure the safety of personnel.

**Keywords:** biometric systems, identification, authentication, optical sensor.

ОӘЖ 621.394.6

Л.Н. Есмаханова<sup>1</sup>, Б.С. Нұржанов<sup>2</sup><sup>1</sup>Магистр, аға оқытушы, <sup>2</sup>Магистр, оқытушы

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан  
Электрондық почта: <sup>1</sup>laura060780@mail.ru, <sup>2</sup>beka\_nurzhan@mail.ru

**БАҚЫЛАНАТЫН ПАРАМЕТРЛЕР КЕҢІСТІГІНІҢ  
СЫЗЫҚТЫҚ БӨЛІНУІ**

Мақалада сызықтық бөлуші ережелерді іске асыратын персептрондардың мәні қарастырылған. Бұл жағдайда оңтайлы шешуші ереженің синтез міндеті жазықтықта түзу сызықтың жүргізілуі қарастырылған. Түзу сызық «өзінікі» және «өзгенікі» биометриялық параметрлерінің көптік бөлуіні іске асыратыны баяндалған.

**Түйін сөздер:** персептрон, сумматор, жасанды нейрон, биометриялық жүйелер.

Қазіргі уақытта әйгілі шешуші ережелердің бірі сызықтық бөлуші функцияларды пайдалану болып табылады.

Розенблат персептрондарды оқыту мүкіндігі туралы теореманың дәлелін берді. Персептрондар кейбір гипержазықтықтың көп өлшемдік кеңістіктің бөлінуін іске асырады.

Персептрон келесі тендеулермен сипатталады [1]:

$$\text{«Өзін» егер } \left\{ \sum_{i=1}^n \mu_i v_i - c \right\} > 0, \quad (1)$$

$$\text{«Өзге» егер } \left\{ \sum_{i=1}^n \mu_i v_i - c \right\} < 0, \quad (2)$$

мұнда:  $\mu_i$  – персептронды баптау кезінде таңдалатын салмақтық коэффициенттер (мысалдарда оқыту кезінде);  $C$  – араластырушы гипержазықтық тұрақты құрамдас (баптау кезінде таңдалады).

Персептрон немесе жасанды нейрон кірістік сигналдардың сумматоры ретінде және кейбір сызықтық емес элемент (шектік элемент – компаратор) ретінде көрсетіледі. Сумматордың үндеуі (персептронның сызықтық бөлігі) қарапайым түрде жазылады:

$$y = \left\{ \sum_{i=1}^n \mu_i v_i - c \right\} \quad (3)$$

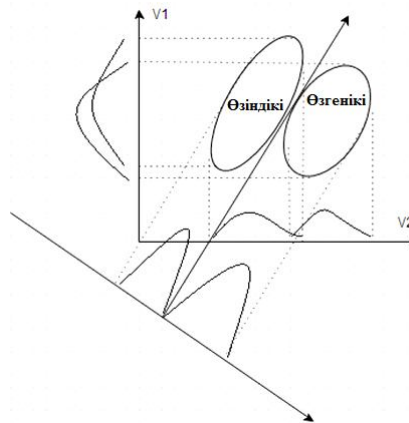
Персептронның сызықтық бөлігінің үндеуі векторлық формада жазылады:

$$y = \mu^T v - c, \quad (4)$$

мұнда:  $\mu^T$  - салмақтық қосындысының  $n$  коэффициенттерінен тұратын жол векторы;  $v$  – өлшенген биометриялық параметрлерден  $n$  тұратын баған векторы.

Сызықтық бөлуші ережелерді іске асыратын персептрондардың мәнін қарастыру ыңғайлы. Бұл жағдайда оңтайлы шешуші ереженің синтез міндеті жазықтықта түзу сызықтың жүргізілуіне алып келеді, бұл түзу сызық «өзінікі» және «өзгенікі» биометриялық параметрлерінің көптік бөлінуін іске асырады. Осы міндеттің шешілу мысалы 1-суретте көрсетілген.

Суреттен көрінетіндей, координаттардың бастапқы жүйесін айналдыру және ығыстыру арқылы координаттардың жаңа жүйесінің ширектерінде «өзінікі» және «өзгенікі» аймақтарын толық бөлуді жүзеше асыруға болады. Айта кету керек, 1-суретте «өзінікі» және «өзгенікі» аймақтары параметрлерінің бірдей корреляциялық байланыстары бар жағдай көрсетілген. Биометриялық параметрлердің вектор ішіндегі корреляциялық байланыстары үшін координаттар жүйесінің оңтайлы бұрылыстарын іздеу биометриялық параметрлердің декорреляция міндеттерін шешумен сәйкес келеді [1].



Сурет 1. Көптіктердің сызықтық бөлінуіне қол жеткізетін координаттар жүйесінің декорреляциялық бұрылысы

Координаттар жүйесінің оңтайлы түрленуін алу үшін кірістік параметрлердің векторын тиісті декорреляциялық матрицаға  $D^{-1}$  көбейту



керек, осы арқылы биометриялық параметрлердің өзара әсерін әлсіз ету керек [1]:

$$y = e^T D^{-1} v - c, \quad (5)$$

мұнда  $e^T$  – бірлік салмақтық коэффициенттердің вектор-жолы.

(5) қатынасы декорреляциялық матрицаның элементтерін қосу арқылы персептронның (нейронның) салмақтық коэффициенттерін алумен бірдей:

$$\mu_j = \sum_{i=1}^n d_{i,j}, \quad (6)$$

мұнда  $d_{i,j}$  – декорреляциялық матрицаның  $D^{-1}$  элементтері;  $i$  – матрица элементінің жол номері;  $j$  – матрицаның  $D^{-1}$  сәйкес элементтерінің баған номері.

Персептронның (нейронның) салмақтық коэффициенттерін есептеу процедураларының негізгі артықшылығы оның детерминациялығы болып табылады. Есептеу процедураларының детерминациялығы биометриялық жүйелер үшін аса маңызды қасиет болып табылады, себебі бұл жүйелер бірнеше ұсынылған мысалдарда кепілді түрде оқытылуы керек және салмақтық коэффициенттерді іздеу аз уақыт аралығында іске асырылуы керек. Матрицалардың қатынасы немесе олардың ортогоналды орналасуына тұрғызылған декорреляция процедураларының квадраттық күрделенуі болады.

Қазіргі уақытта салмақтық коэффициенттер мәндерін стохастикалық итерациялық таңдаудың жүзден аса алгоритмдері белгілі [2], алайда олардың әрқайсысын биометрияда мұқияттылықпен қолдану керек. Нейронның сызықтық бөлігінің салмақтық коэффициенттерінің кездейсоқ таңдауының итерациялық әдісін қолдану, біріншіден, шексіз уақытқа созылуы мүмкін, екіншіден, коэффициенттердің қате мәндері алынуы мүмкін. Осының барлығы нейросалмақтардың  $\mu_j$  кездейсоқ әдістерін биометриялық жүйелерде қолдануды шектейді.

Сонымен қатар,  $\mu_j$  коэффициенттерінің кездейсоқ іздеуінің әртүрлі әдістерін нейросалмақтың мүмкін болатын мәндер комбинациясын қысқарту әдісі ретінде қарастыруға болады.

Жоғарыда айтылған барлық қарастырулар қарапайым жағдайға қатысты, яғни «өзін» және «өзге» аймақтарының параметрлер арасында ішкі корреляция коэффициенттері бірдей (екі аймақ эллипстерінің басты осьтері параллель). Бұл қарапайым жағдай белгісіздікке алып келмейді [2].

Ал егер  $\neq$  болған кезде белгісіздік пайда болады. Осы белгісіздік жағдайдан шығу «өзін» және «өзге» аймақтарының корреляциялық матрицаларын орташалаңдырумен байланысты.

Мәндерді таратудың көп өлшемдік қалыпты заңына сәйкес және бір аттас параметрлер арасында корреляцияның әртүрлі коэффициенттеріне ие болатын «өзінікі» және «өзгенікі» аймақтары үшін келесі корреляциялық матрицаны диагоналдайтын координаттар жүйесін түрлендіру оңтайлы болып табылады:

$$R = (R^{\uparrow \text{өзінікі}} + R^{\uparrow \text{өзгенікі}}) / 2 \quad (7)$$

Әлбетте, декорреляциялық матрицаның синтезі үшін (7) түріндегі бастапқы шарттар мәндерді таратудың көп өлшемдік қалыпты заңы үшін ғана дәл болып келеді. Алайда матрица өлшемі өскен сайын қалыпты тарату туралы гипотезадағы қажеттілік әлсізденеді, себебі кездейсоқ ауытқулардың үлкен саны сомасын қалыпқа келтіру құбылысы әсер етеді.

Жасанды нейронның (персептронның) салмақтық коэффициенттерін таңдаудан басқа тағы бір маңызды міндет араластырушы тұрақты құрамдасты дұрыс таңдау болып табылады. Тұрақты құрамдас  $C$  мәндерінің өз еркінше өзгеруі көптеген параллель тік сызықтардың пайда болуына алып келеді. Көптеген тік сызықтардың ішінен біреуін ғана таңдау қажет. Жалпы жағдайда бұл міндет жеткілікті дәрежеде күрделі болады, бірақ қарапайым шешім тығыздықтардың қалыпты таралу заңы шекарасында болады. Егер қалыпты заңның гипотезасы орындалса, онда тұрақты  $C$  бірінші және екінші текті тең ықтималдылықты қателердің нүктесі арқылы бөлуші сызықты жүргізу амалымен табылады [2].

Бірінші текті тең ықтималдылықты қателердің нүктесі (биометрияның дұрыс иесіне тыйым салу) және екінші текті қатесі (алаяқты өткізу) келесі шарттан анықталады:

$$P_1 = P_2, \quad (8)$$

мұнда:  $P_1$  – оң жақтан  $C$  шегімен бөлінген «өзінікі» тарату жалғануының ауданы;  $P_2$  – сол жақтан  $C$  шегімен бөлінген «өзгенікі» тарату жалғануының ауданы.

Өз кезегінде, (8) орындалуына салмақтық  $\mu_i$  коэффициенттерінің мәндерін біле отырып, оңай қол жеткізуге болады. Ол үшін бапталған персептронға дұрыс биометриялық үлгілерді және математикалық күтімді  $m_1$  және «өзін» аймағының ауытқу стандартын  $\sigma_1$  ұсынған жеткілікті. Сонымен қатар, «өзге» биометриясының бірнеше үлгілерін ұсыну керек және олар үшін математикалық күтім  $m_2$  мен  $\sigma_2$  ауытқу стандартын есептеу қажет. Осыдан кейін тең ықтималдылықты қателер нүктесі  $m_1$ ,  $m_2$  кесінділері  $\sigma_1$  және  $\sigma_2$  стандарттарына пропорционалды түрде бөлу арқылы табылады.  $C$  нүктесіне дейін биометриялық эталонның орталығынан қашықтық келесі түрде есептелінуі мүмкін:

$$|m_1(y) - C| = \frac{\sigma_1(y)(|m_1(y) - m_2(y)|)}{\sigma_1(y) + \sigma_2(y)} \quad (9)$$

Сызықтық функцияның бөлуші проекциясынан (дискриминантынан) «өзгенікі» екінші аймағының орталығына дейінгі қашықтық есептеледі:

$$|m_2(y) - C| = \frac{\sigma_2(y)(|m_1(y) - m_2(y)|)}{\sigma_1(y) + \sigma_2(y)} \quad (10)$$

(9) және (10) теңдеулерін пайдалану арқылы оңтайлы мәнге жақын сызықтық бөлуші функцияның проекциясын табу қиындық тудырмайды. Қажет болса, бөлуші желінің проекцияның орналасуын білу үшін бірінші және екінші текті қателіктері арасындағы қатынастарды өзгерту арқылы нақты айтуға болады. Гипержазықтықтың проекциясы тең ықтималдылықты қателер нүктесінен кез-келген жаққа ығыстырылуы мүмкін.

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Баркун, М.А. Цифровые системы синхронной коммутации [Текст] / М.А. Баркун, О.Р. Ходасевич. – М.: Радио и связь, 2001.
2. Петрухин, Г.Д. Основы электроники, радиотехники и связи [Текст]: учебное пособие для вузов / А.Д. Гуменюк, В.И. Журавлев, Ю.Ю. Мартюшев [и др.]; Под редакцией Г.Д. Петрухина. – М.: Горячая линия - Телеком, 2008. – 480 с.: ил. ISBN 978-5-9912-0029-5.

Материал редакцияға 27.10.16 түсті.

**Л.Н. Есмаханова, Б.С. Нуржанов**

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

**ЛИНЕЙНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОСТРАНСТВА  
КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ**

В статье рассматриваются перцептроны, которые осуществляют правила линейных распределителей. Оптимальное решение синтеза приводит к прямой линии, которая осуществляет множественное разделение биометрических параметров «чужой» и «свой».

**Ключевые слова:** перцептрон, сумматор, искусственный нейрон, биометрические системы.

**L.N. Esmakhanova, B.S. Nurzhanov**

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

**LINEAR DISTRIBUTION OF SPACE OF CONTROLLED PARAMETERS**

The article deals with perceptrons that implement the rules of linear distributors. The optimal synthesis solution leads to a straight line that realizes the multiple separation of the biometric parameters of "alien" and "one's".

**Keywords:** perceptron, adder, artificial neuron, biometric systems.

ӘОЖ 004.3

**Д.А. Турмуратова<sup>1</sup>, Г.А. Султанова<sup>2</sup>, Г.Ж. Жетимекова<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Аға оқытушы, <sup>2</sup>Оқытушы*

*Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті,  
Қарағанды қ., Қазақстан*

*<sup>1</sup>dinara.turmuratova@yandex.kz, <sup>2</sup>GA.Sultanova@mail.ru, <sup>3</sup>jetimekova@mail.ru*

**КӘСПОРЫННЫҢ АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ.  
ІТ-ИНФРОҚҰРЫЛЫМЫ**

Мақалада ақпараттық технологиялардың негізгі түсініктері мен кәсіпорындарға ақпараттық технологиялардың қажеттілігі қарастырылған. Бизнес пен ақпараттық жүйелердің ажыраусыз қызметі, ал IT-инфрақұрылым ақпараттық қызметтің элементі екендігі негізделген.

**Түйін сөздер:** ақпараттық технология, IT-инфрақұрылым, архитектура, бизнес-технология, кәсіпорын, бизнес, компания.

Заманауи техногенді өркениеттің негізгі технологиялық ерекшелігі ақпараттық технологиялар болып табылады. Бүгінгі күндері бизнес пен ақпараттық технологиялардың бір-бірінен ажырамас салалар екенінд еш күмән жоқ, оның үстіне тиімді бизнес ақпараттық жүйелерге тікелей тәуелді болады. Сондықтан қазіргі кездері ақпараттық технологиялар бизнеспен тығыз байланыста және осы байланыстың сипатына мамандардың жұмыс тиімділігі де тәуелді болуда.

Қазіргі кезде ақпараттық жүйелер өнеркәсіптің деңгейін және сипатын, өнімнің технологиялылығын, бәсекелік қабілеттілігін анықтайтын заманауи кәсіпорынның қажетті бір бөлігі іспеттес. Ал кәсіпорынның даму стратегиясында міндетті түрде ақпараттық жүйелердің енгізілу және даму үрдістері барлық өндірістік кезеңдерінде ескерілуі керек [1].

Кәсіпорынды басқару элементтерінің бірі ақпараттық жүйелер болып болады. Ақпараттық жүйелерді енгізу және олардың жұмысын ұйымдастыру әдістерін бизнестің талаптарын ескерусіз және оның ұйымдық құрылымын бекітусіз қарастыруға болмайды. Қолданылатын ақпараттық технологиялар бизнес архитектурасының негізінде таңдалуы керек. Себебі ол кәсіпорын құрылымымен, оның салалық бейінділігіне, өндірістік бағытымен және басқа да сипаттамаларымен байланысты болуы қажет.

Заманауи ақпараттық жүйелер әртүрлі деректер түрімен жұмыс істеуге мүмкіндік бере отырып, сапалы басқарушылық ақпаратты, яғни жаңа ресурстарды құрастырып, кәсіпорынның жаңа жүйелік сапасын анықтайды. Басқарушылық ақпарат – ол тек бастапқы құжаттар мен есептер ғана емес, сонымен қатар фирма құрылымы, бизнестің үрдістері мен ондағы іс-әрекеттер жайындағы ақпараттар жиынтығы.

Ақпараттық жүйелер жай ғана «бизнестің технологиялық төсемесі» болып қана қоймайды. Ақпараттық жүйелерді нарықтағы бәсекелестікті қамтамасыз ететін құрал ретінде де пайдалануға болады. Осындай жағдайларда тұрақтылықты және ұзақ мерзімді келешектегі бизнестің бәсекеге қабілеттілігін қамтамасыз етуге кәсіпорын басшылары мүдделі болуы тиіс. Сондықтан ұсынылатын ақпараттық қызметтің сапалылығына және IT-инфрақұрылымының жұмыс істеу сенімділігін жоғарылату бойынша талаптарын күшейту турасында бірқатар мәселелер туындайды.

Көптген компанияларға ақпараттық технологиялар олардың операциялық қызметтерінің ажырамас элементтерінің бірі болып табылады.

Ақпараттық қызметтің жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін IT-бөлімшесі лайықты қызмет көрсету мақсатында компанияның ақпараттық инфрақұрылымын (қосымшаларды, серверді, дисктік кеңістікті, желілерді) нығайтады.

Алғашғы ақпараттық жүйелермен қоса бірлескен инфрақұрылымды басқару қажеттілігі де пайда болған еді. IT-инфрақұрылымды басқарудың алғашқы жүйелері желілік инфрақұрылымның мониторингін қамтамасыз етті және кәсіпорын ортасының желілік жұмыс қабілеттілігін қолданды. Сонан

соң басқару жүйелері серверлерді, клиенттердің жұмыс орындарын және деректерді сақтау жүйелерін басқару үшін қолданылатын болды. IT-инфрақұрылымды бақару үшін заманауи кешенді шешімдерді пайдалана отырып бар технологиялық ресурстарды бақылау ғана емес, сонымен қатар бизнес тұрғысынан инфрақұрылымды басқаруды да қамтамасыз етеді.

Мониторинг пен ақпараттық жүйелерді басқарудың жаңа технологияларымен қоса, ақпараттық технологиялардың бөлімшелердің бизнес-үрдістерін бағалауды және олардың оңтайландырылуын қамтамасыз ететін жаңа әдістемелері пайда болды. Қазіргі кезде осы саладағы ең таңымал және әйгілі әдістердің бірі IT-қызметтерімен басқару (IT ServiceManagement, ITSM) және IT-инфрақұрылымның кітапханасы (Information Technology Infrastructure Library, ITIL) болып табылады [2].

ITIL/ITSM әдістемелеріне сәйкес сапа, қолжетімділік, функционалдылық параметрлері бойынша бизнес талаптарына сай келетін ақпараттық қызметтерді жеткізушісі ретінде IT-қызметі пайдаланылады. Сәйкесінше, арнайы сапалы қызметтерді қамтамасыз ету үшін IT бөлімшелері бар тиісті ақпараттық технологиялар жұмыс жасауы қажет.

Компаниялардың ақпараттық технологиялары деп барлық бизнес-үрдістердің автоматтандырылуын және қолданылуын қамтамасыз ететін ақпараттық жүйелер жиынтығын атайды. Ақпараттық технологиялардың негізін IT-инфрақұрылымы құрайды.

IT-инфрақұрылым әртүрлі қосымшалардан, деректер қорынан, серверлерден, дисктік кеңістіктерден, желілік жабдықтардан тұрады және қолданушылардың ақпараттық ресурстарға қол жеткізуін қамтамасыз етеді (сурет). IT-инфрақұрылымы кез-келген қызмет көрсетудің технологиялық құраушы бөлігі болып, бекітілген ережелерге сәйкес түрлі процедуралардың жұмыс істеуін қамтамасыз етуі тиіс.



Сурет. IT-инфрақұрылымының құрамы

IT-инфрақұрылымының қызмет етуінің тиімділік шарттарының бірі ретінде оның мүлтіксіз жұмыс істеу тәжірибесі саналады. IT-инфрақұрылымының жұмысы корпоративтік стандарт ретінде мекемеде бекітілген процедуралар мен қабылданған саясат негізінде жасакталуы керек. Ақпараттық технологиялар бөлімшелері ішіндегі функциялар мен мәселелерді бөлуде IT-инфрақұрылымның барлық элементтерінің дер кезінде техникалық қызмет көрсетуін қамтамасыз етуді ескеру қажет.

Техникалық қызмет көрсету дегеніміз бұл өндірістік пайдалану кезеңінде орындалатын және ақпараттық жүйенің жұмыс істеу тиімділігі мен сенімділігін қамтамасыз етуге бағытталған бағдарламалық-техникалық шаралар кешендері.

Қазіргі кезде ақпараттық технологиялар бөлімшелерінің атқаратын жауапты іс-шараларының қатарына келесі мәселелерді жатқызуға болады:

- өңделу үстіндегі ақпараттың құпиялылығын, қолжетімділігін, шапшаңдығын қамтамасыз ету;
- IT-инфрақұрылымының пайдаланылуын қамтамасыз ету;
- қауырт жағдайларды болдырмау және олардың алдын-алу немесе салдарын жою;
- дағдарысты жағдайларды жоспарлау және басқару;
- ақпараттық технологиялардың жұмыс қабілеттілігінің мониторингін автоматты түрде қамтамасыз ету;
- IT-инфрақұрылымының жұмыс істеу сенімділігін қамтамасыз ету;
- ақпараттың қауіпсіздігін қамтамасыз ету;
- жабдықтарды жаңарту;
- IT-инфрақұрылымды қолданудан келетін шығындарды барынша азайту.

IT-инфрақұрылымы қалыпты жағдайда ескертілген қауіпсіздік деңгейін, даярлығын, бүтінділігін, өз функционалдылығын сақтай отырып, бизнестің талаптарына, өспелі жүктемесіне, жұмыс істеу ортасының өзгеруіне айрықша мән беріп отыруы тиіс. Өйткені нарықтың дамуы нәтижесінде соған сәйкес компаниялардың бизнес модельдері де өзгеріп отырады, ал бұл IT-инфрақұрылымының лезде және тиімді өзгеруін талап етеді.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Сизов, А.В. Разработка архитектуры и модернизация системы управления предприятием [Текст] / А.В. Сизов. – М.: Оверлей, 2008.
2. Потоцкий, М.Ю. ИТ Сервис-менеджмент. Введение [Текст] / М.Ю. Потоцкий. – М.: Открытые Системы, 2003.

*Материал редакцияға 12.02.17 түсті.*

**Д.А. Турмуратова, Г.А. Султанова, Г.Ж. Жетимекова**

*Қарагандинский государственный университет им.Е.А. Букетова,  
г.Қараганда, Қазақстан*

#### **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРЕДПРИЯТИЯ. IT-ИНФРОСТРУКТУРА**

В статье рассмотрено основные понятия информационных технологий и их необходимость для предприятий. Обоснована неразрывное взаимоотношение информационных технологий с бизнесом, а также IT-инфраструктура в качестве основного элемента таких технологий.

**Ключевые слова:** информационные технологии, IT-инфраструктура, архитектура, бизнес-технология, предприятие, бизнес, компания.

**D.A. Turmuratova, G.A. Sultanova, G.Zh. Zhetimekova**

*E.A. Buketov Karaganda State University, Karaganda, Kazakhstan*

### **INFORMATION TECHNOLOGIES OF ENTERPRISES. IT-INFRASTRUCTURE**

The article considers the basic concepts of information technology and their need for enterprises. The inseparable relationship between information technologies and business is justified, as well as IT infrastructures as the main element of such technologies.

**Keywords:** information technologies, IT infrastructure, architecture, business technology, enterprise, business, company.

ӘОЖ 044.413

**Д.А. Турмуратова<sup>1</sup>, Г.А. Султанова<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Аға оқытушы, <sup>2</sup>Оқытушы*

*Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті,  
Қарағанды қ., Қазақстан*

*Электрондық почта: <sup>1</sup>dinara.turmuratova@yandex.kz, <sup>2</sup>GA.Sultanova@mail.ru*

### **UML-ДЕ ПАКЕТ ҚҰРЫЛЫМЫН ТАЛДАУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**

Компьютерлік бағдарламалау тілі UML жұмыс істеу ерекшеліктері қарастырылған. Бағдарлама пакеттері арасында байланыс орнатылған. Диаграммалар пакетінің көмегімен Rational Rose бағдарламасында эскиздік модель құрылған.

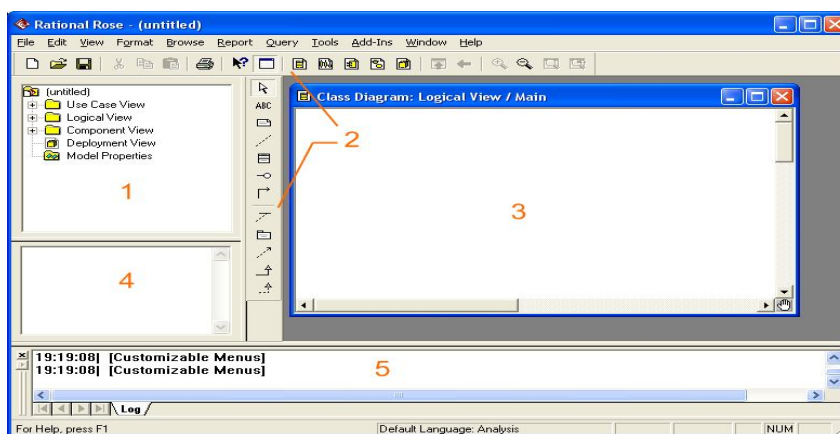
**Түйін сөздер:** UML, модельдеу, C++, net, пакет, класс, стереотип, атрибут.

Модельдеудің бірыңғайланған тілі (Unified Modeling Language – UML) – бұл бағдарламалық жүйелерді ерекшелендіру, бұрыштама қою, конструкциялау және құжаттамалау, сондай-ақ модельдер бизнесі мен өзге де бағдарламалық емес жүйелердің тілі болып табылады. UML бұдан бұрын да үлкен және күрделі жүйелерді модельдеу кезінде ойдағыдай қолданылып жүрген инженерлік әдіс-тәсілдердің бірлестігі.

UML тілі әртүрлі бөлімдер мен өндірушілер арасындағы әмбебап «көпір». Rational Rose UML тіліне негізделіп жобалау және нысанды бағытталған талдау әдістерін қолданады. Rational Rose жаңа жобаларда программалық компоненттерінің қайта қолдануын қамтамасыз ететін бағдарламалар мен мәліметтер қорының реверстік инжинирингтің құралдарынан тұрады.

Rational Rose көмегімен модульдегі кері талдау базасы негізінде жаңа модельдер құруға немесе қолданбалы бағдарлама мәтінін және кітапханалар класстарын анықтауға болады. Rose жүйесі визуальды модельдеу жүйесінде жақсы орын алады, оны қолдана отырып әзірленіп жатқан қосымшаның құрылымын құруға, оның орындаушылық мәтінін генерациялауға және

параллельді өңделіп отырған жүйенің құжаттарымен жұмыс жасауға болады. Rational Rose бағдарламасы модельдеу саласында көшбасшы болып табылады. Оның қолданыстағы нұсқасында көптеген инструменталды құрал-жабдықтардың, соның ішінде көрсете отырып модельдеудің, ұқсатқыштық модельдеудің, сондай-ақ құру ортасының негізі болып табылады. Rational Rose бағдарламасы терезесінің жалпы түрі төменде көрсетілген (1-сурет). Бағдарлама келесі атқарушы мәзірлерден тұрады: браузер (browser), саймандар тақтасы (toolbars), диаграмма терезесі (diagram window), құжат терезесі (documentation window), журнал (log). UML-дің пакеттері көмегімен оны ішкі жүйелердің жиынтығы секілді төңкерілген түрде ұсынуға болады. Пакет – бұл модель элементтерін үлкенірек бөліктерге ұйымдастыру әдісі, яғни бірыңғай бүтін күйінде манипуляциялауға рұқсат етеді. Жақсы жобаланған пакет, бірігіп өзгертін тенденциялары бар семантикалық жақын элементтерді топтастырады, мұнда құрама пакетке қатынау сырттан қатал бақыланады [1].



Сурет 1. Rational Rose бағдарламасының интерфейсі

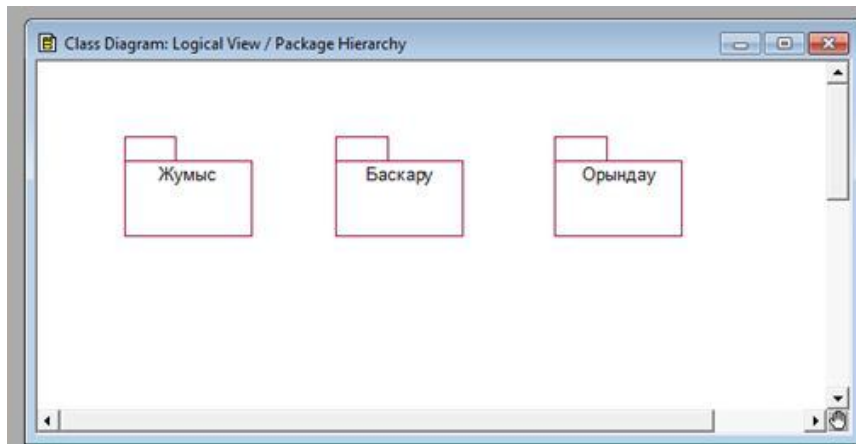
Пакеттер үлкен жобалар үшін өте маңызды құрал. Пакеттер әсіресе, тестілік тексеріс өткізгенде қолайлы. Тестілік бөліктерді пакет негізінде құраған оңтайлы. Мұндайда әрбір пакет, осы пакеттің ережелері бойынша тексерілетін, бір немесе бірнеше пакеттен тұруы мүмкін. Пакет (package) бұл топтастыру сайманы, UML тілінде кез-келген кескіндемені алуға және оның элементтерін жоғары деңгейде біріктіруге мүмкіндік береді.

Негізінде пакеттер класстарды топтарға біріктіруде қолданылады. Сондықтан біз дәл осы әдістің қолданылуы жайлы айтатын боламыз. UML модельдерінде әрбір класс тек ғана бір пакетке қосылады. Бір пакетті басқа пакеттің құрамына қосуға болады, өйткені жоғары деңгейдегі пакеттер ішкі пакеттерге бөлінеді. Пакет ішкі пакеттен және класстан тұруы мүмкін [2].

Пакеттер бағдарламалау терминдерінде Java пакеттері және C++, .NET атау кеңістігі сияқты UML-дің пакеттері де топтастыру кескіндемесіне сәйкес келеді. Әрбір пакет атау кеңістігінен (namespace) тұрады, әрбір класс меншіктегі пакеттің ішінде ерекше атауға ие болуы қажет. Мысалы, егер «Жұмыс» атауымен пакет құру керек болса, ал «Жұмыс» классы «Басқару» пакетінде бар болса, онда оны жеке пакетке орналастыру керек болады. Бір классты басқасынан ажырату үшін толықтай анықталған атау беруге болады (fully qualified name), яғни бұл атауға иелік ететін пакеттердің құрылымын



көрсетеді. UML-де пакеттің атауында екі қос нүкте қолданылады, сондықтан класстарға келесі атауларды беруге мүмкіндік бар, олар: Басқару: Жұмыс Gulbanumather: Until: Жұмыс. Пакет диаграммалары папка түрінде көрсетіледі (2-сурет).



Сурет 2. Пакеттердің бейнесі

Пакет атауын оның мазмұнында көрсетуге де болады. Кез-келген жағдайда не толықтай анықталған атауды, не әдеттегі атауды пайдалануға болады. Мазмұны жайлы көрінісі класс белгісі арқылы класстың барлық ерекшеліктерін, пакет ішіндегі класстар диаграммасының көрінісіне дейін көрсетуге мүмкіндік береді. Егер класстар сол немесе басқа пакетке кіретінін көрсету керек болса, онда аударылған атау мағынаға ие болады. Мысалы «Жұмыс» атауы (java, until) толықтай анықталған атауға жатпайды. Бұл стиль Rational Rose негізінде қабылданған тіл стандартына кірмейтін келісім болып табылады. UML-де класстарға пакетте ашық (public) немесе жабық (private) болуына рұқсат етіледі [1, 2].

Ашық класстар пакеттің интерфейс бөлімін көрсетеді және басқа пакеттің класстарымен қолдануы мүмкін, ал жабық класстармен бірге пайдаланылуы қиындық туғызуы мүмкін [3].

Әртүрлі бағдарламалау орталарында түрлі ережелер әрекет етеді: олардың топтастыру кескіндемесіне қатынасын көру және өз бағдарламалық қоршау құқығын ұстау қажет болады. Мұндай жағдайда пакет интерфейсдерін қысқарту пайдалы, себебі пакеттің ашық класстарымен байланысқан тек шағын ішкі жиынтық операциялары ғана шетке шығарылады. Барлық класстар үшін көріну модификаторын жабық етіп қоюға болады және де ол тек сол пакеттің класстарына ғана қол жетімді болуы керек. Сонымен қатар сырттан қолдану үшін қосымша ашық класстар құрылады. Бұл қосымша класстарды фасадтар (facades) деп атайды. Осы тұста пакеттерге класстарды қалай бөлу керек деген күрделі мәселе туындауы мүмкін. Бұл қиындықтан екі ережені ұстану арқылы тығырықтан шығуға болады, оларға тұйықталудың жалпы принципі және қолданудың жалпы қайталанған принципі жатады.

Тұйықталудың жалпы принципі пакеттегі класстардың өзгеру принциптерінің бірдей болуын білдіреді, ал қолданудың жалпы қайталанған принципі – класстардың барлығының бірге қайта қолданылуын білдіреді.

Класстарды пакеттерге жинақтап, пакеттер арасындағы тәуелділіктерді зерттеу нәтижесінде UML-де пакеттердің құрылуы және құрылымы талданды. Сонымен қатар Rational Rose бағдарламасында бірнеше пакеттермен жұмыстар жүргізілді. Жұмыстың нәтижесінде Rational Rose бағдарламасында пакеттерге атаулар, стереотиптер, атрибуттар қойылды. Бағдарламада пакеттерге класстарды орналастыру жолдары қарастырылды. Сонымен қатар, пакеттер арасында байланыстар орнатылып, берілген жаттығулардың пакет диаграммалары түзілді. Rational Rose бағдарламасында пакеттермен жұмыс істей отырып, білім алушылар өз білімдерін жетілдіре алуға мүмкіндіктері бар. Бұл бағдарламада кез-келген жоба үшін пакеттердің тиімділіктері және мүмкіндіктері өте көп. Сондықтан бағдарламалық камсыздандыруды құруда техникалық тапсырмадан кейінгі эскиздік жұмыстар осы бағдарламалық ортада жүзеге асырылады. Нәтижесінде пакет диаграммалары арқылы эскиздік модельдері толықтай зерттеліп алынады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Сатыбалдиева, Р.Ж. UML-ді объектіге бағытталған талдауда және жобалауда қолдану [Мәтін] / Р.Ж. Сатыбалдиева. – Алматы: «Print S» баспасы, 2014. – 78 б.
2. Фаулер, М. UML основы. Краткое руководство по стандартному языку объектного моделирования [Текст] / М. Фаулер. – СПб.: Символ, 2013. – 116 с.
3. Арлоу, Д. UML 2 и унифицированный процесс. Практический объектно-ориентированный анализ и проектирование [Текст] / Д. Арлоу; 2-е изд. пер. с англ. – СПб.: Символ Плюс, 2014. – 174 с.

*Материал редакцияға 12.02.17 түсті.*

**Д.А. Турмуратова, Г.А. Султанова**

*Қарағандық мемлекеттік университетінің атындағы Е.А. Букетов атындағы университет,  
г. Қарағанда, Қазақстан*

#### АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ПАКЕТА В UML

Рассмотрены особенности работы с компьютерным языком программирования UML. Установлены контакты среди пакетов программы. С помощью пакетов диаграмм в программе Rational Rose построена эскизная модель.

**Ключевые слова:** UML, моделирование, C++, net, пакет, класс, стереотип, атрибут.

**D.A. Turmuratova, G.A. Sultanova**

*E.A. Buketov Karaganda State University, Karaganda, Kazakhstan*

#### AN ANALYSIS OF THE PACKAGE STRUCTURE IN UML

Features of work with computer programming language UML are considered. Contacts are established among program packages. Using the chart packages in the Rational Rose program, a sketch model is built.

**Keywords:** UML, modeling, C ++, net, package, class, stereotype, attribute.

*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»)*